République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ MOHAMED KHIDER, BISKRA

FACULTÉ des SCIENCES EXACTES et des SCIENCES de la NATURE et de la VIE

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES

Thèse présentée en vue de l'obtention du Diplôme **:**

Doctorat en sciences

Option : **Mathématiques appliquées**

Par

Benoumelaz Farouk

Titre :

Contribution à l'étude des problèmes d'optimisation des problèmes de Scheduling

Membres du Comité d'Examen :

Pr.	**Mokhtari zohir**	UMK Biskra	Président
Dr.	**Khelil Naceur**	UMK Biskra	Encadreur
Dr.	Merad Ahcene	ULB Oumelbouaghi	Examinateur
Dr	Rezoug Imad	ULB Oumelbouaghi	Examinateur

Septembre 2019

Dédicace

Je dédie cette thèse

À mes chers parents qui m'ont constamment observé avec leurs prières et leurs recommandations. Que Dieu ait pitié d'eux et leur donne le paradis.

À mes chers frères et sœur.

À ma famille

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord le Dieu tout puissant pour nous avoir donné la volonté et la santé nécessaires pour l'accomplissement de ce travail d'étude.

- Ce projet de recherche n'aurait pu aboutir sans l'aide et les encouragements de plusieurs personnes qui nous ont épaulés dans les moments difficiles.
- Je remercie ma famille pour son soutien inconditionnel, avec une pensée particulière pour mes enfants Youcef, Ali Mouncef et Romaissa, auxquels je présente tous mes vœux de bonheur et de réussite.
- Je tiens à exprimer en premier lieu toute ma gratitude à mon directeur de thèse, Monsieur Naceur Khelil, Maître conférencier classe A à l'Université Mohamed Khider de Biskra.
- Je le remercie pour ses conseils judicieux, la grande confiance qu'il m'a accordée et pour la vision innovante de la recherche qui l'a toujours su m'inculquer.
- Ce travail a pu se réaliser grâce à ses orientations et à sa disponibilité. Les nombreuses rencontres de discussions et de réflexions nous ont permis un constant enrichissement de recherches menées, par touches successives. Aussi, je tiens à lui adresser ma plus profonde reconnaissance.
- J'exprime mes sincères remerciements aux membres du Jury pour avoir accepté de participer à l'examen de ce manuscrit.
- Mes remerciements vont également au Département de Mathématiques, Faculté des Sciences Exactes de la Nature et de la Vie de l'Université de Biskra.
- Je ne peux oublier de remercier mes frères et soeurs, mes amis, mes collègues, mes enseignants et toutes les personnes qui m'ont apporté un soutien moral, de près ou de loin.

ملخص

مشكلة النقل هي حالة خاصة من البرمجة الخطية التي يمكن حلها بشكل أكثر فعالية من طريقة السمبلكس بسبب طبيعة تكوينها. أنها تعالج عموما مشاكل النقل وتوزيع البضائع. ومع ذلك ، فإن هذا لا يمنع استخدام نموذج مشكلة النقل ، بصيغته المعدلة ، لحل مشاكل تركيبية أخرى مماثلة ولا يلزم ربطه بنقل البضائع ونقلها.

الهدف من هذه الأطروحة هو اقتراح حل لمشكلة النقل بأقل تكلفة ممكنة مع مراعاة جميع القيود القوية للعرض والطلب ومعظم القيود المرنة لنوع الخدمات.

من أجل الوصول ، اقترحنا أربعة مساهمات علمية أولا دراسة المشكلة باستخدام البرمجة الخطية الصحيحة والثانية باستخدام البرمجة الخطية الثنائية والمقارنة بينها والثالثة تطوير أفضل نموذج لمؤشرين إلى خمسة مؤشرات الرابعة اقتراح الحل.

تم تقديم الحل لمشكلة المكتب الوطني لتوزيع وتسويق التمور في الجزائر. بعد أن تكيفت المشكلة في شكل نموذج رياضي وحلها.

كلمات مفتاحية

مشكلة النقل - التحسين - البرمجة الخطية - المؤشرات المتعددة - طريقة السمبلكس المنقحة - التخطيط.

Résumé

Le problème du transport est un cas particulier de programmation linéaire qui peut être résolu de manière plus efficace que la méthode du simplex en raison de la nature de sa composition. Ils abordent généralement les problèmes de transport et de distribution des marchandises. Cela n'empêche toutefois pas l'utilisation du modèle de problème de transport, tel que modifié, pour résoudre d'autres problèmes similaires en termes de composition et ne doit pas nécessairement être lié au transport et au transport de marchandises.

L'objectif de cette thèse est de proposer une solution à un problème de transport au coût le plus bas possible tout en respectant toutes les contraintes solides de l'offre et de la demande et la plupart des contraintes flexibles du type de services.

afin de parvenir nous suggérions quatre contributions scientifiques étudient d'abord le problème en utilisant la programmation linéaire en nombre entier et la seconde en utilisant la programmation linéaire binaire et la comparaison entre elles et la troisième développe le meilleur modèle de deux à cinq indicateurs et le quatrième proposant une solution.

La solution a été présentée au problème du bureau national pour la distribution et la commercialisation des dattes en Algérie. Après avoir adapté le problème sous forme d'un modèle mathématique et le résolu.

les mots clés

Problème de transport - optimisation - programmation linéaire - multi-indicateurs - méthode simplex révisée – planification.

Summary :

The transport problem is a special case of linear programming that can be more effectively solved than the simplex method because of the nature of its composition. They generally address the problems of transportation and distribution of goods. However, this does not preclude the use of the transport problem model, as modified, to solve other similar compositional problems and need not be related to the transport and transport of goods.

The objective of this thesis is to propose a solution to a transport problem at the lowest possible cost while respecting all the solid constraints of supply and demand and most of the flexible constraints of the type of services.

in order to arrive we suggested four scientific contributions first study the problem using integer linear programming and the second using linear programming binary and comparison between them and the third develops the best model of two to five indicators and the fourth proposing a solution.

The solution has been presented to the problem of the national office for the distribution and marketing of dates in Algeria. After having adapted the problem in the form of a mathematical model and solved it.

Keywords :

Transport problem - optimization - linear programming - multi-indicators - revised simplex method - planning.

Table des matières

Table des figures

Liste des tableaux

Introduction

La recherche opérationnelle est une vaste branche des mathématiques qui englobe de nombreux domaines de minimisation et d'optimisation. Dans tous les cas, nous mettons tout en œuvre pour atteindre le meilleur. Ce vaste concept couvre un large éventail d'application, notamment les transports terrestres, les transports aériens, l'agriculture, les soins infirmiers, la technologie, l'analyse de données, le transport maritime, les fournitures militaires et les opérations de secours. Conception de systèmes d'ingénierie, gestion et Inventaire, répartition des ressources en eau, industrie et transport de marchandises, domaines d'application militaire, contrôle.

Pour progresser dans l'amélioration, selon les perspectives scientifiques, il faut distinguer les nouvelles contraintes de durée de vie des produits et les contraintes douces.

Tout les problèmes sont connu par un ensemble de caractéristiques qui doivent être obtenues par les solutions attendues, qui peuvent être un problème de décision ou un problème d'amélioration. Tous les problèmes de résolution sont formulés en tant que problèmes pour trouver une solution meilleure." La réponse est sous deux formes : "Oui ou Non : " par contre, Le problème d'amélioration consiste à rechercher une solution efficace répondant au plus grand nombre de contraintes et permettant d'atteindre certains objectifs.

Les problèmes d'amélioration peuvent être classés en deux catégories : la première classe, les problèmes académiques, et la seconde classe, les problèmes industriels. En fait, les problèmes industriels sont des attentes des problèmes académiques dans la pratique.

L'objectif de cette thèse est de proposer un modèle de déplacement des marchandises à travers différentes étapes en utilisant une technique de programmation linéaire afin d'améliorer le coût de transport, ce qui vous permettra d'atteindre le maximum de contraintes d'offre et de demande. Nous avons travaillé sur le meilleur schéma pour l'émergence de marchandises en proposant un moyen de résoudre les problèmes d'optimisation classiques difficiles à résoudre.

Afin d'atteindre cet objectif, nous avons commencé notre phase de recherche consistant à collecter des informations et des connaissances dans le domaine de l'amélioration.

Notre thèse est scindée en cinq parties . Nous présentons aux trois premiers chapitres une étude de littérature artistique sur les problèmes d'optimisation des problèmes de planification et les moyens de les résoudre. Dans les deux derniers chapitres, nous apportons nos contributions ; nous avons fait une étude sur le problème d'optimisation réel de transport à deux indices et cinq indices de la marchandise dattes en Algérie.

Dans le premier chapitre, nous abordons notre étude par une introduction générale avec la présentation de quelques concepts de base inhérents aux approches d'amélioration avec quelques définitions que nous utilisons souvent dans la formulation ad-hoc du problème traité (optimisation sans contrainte, optimisation contrainte, optimisation globale ,réduction du coût d'une fonction objectif unique, maximisation de la fonction cible, réduction de la fonction cible, multiplication de la fonction cible etc. . .).Enfin , nous terminons cette introduction par un résumé sur les problèmes d'optimisation et les problèmes de transport terrestre tout en élucidant le principe pivot des problèmes d'amélioration classiques et des problèmes de transport de marchandises.

Dans le deuxième chapitre, nous discutons d'une façon laconique les problèmes se rapportant à la notion de planification ; les problèmes de plannings se posent partout dans notre vie quotidienne en particulier les plannings d'affectations. Nous présentons quelques concepts liés au problème de la planification optimale en général, tels que problématique de la planification ; qu'est-ce que la planification ? ; Comment évalué un planning ? ;le "calendrier de service" a quelques capacités uniques, types de plannings dans le domaine de transport, différents types de plannings.

Dans le troisième chapitre, nous présentant une étude théorique sur les méthodes de résolution du problème ; les problèmes rencontrés par les chercheurs dans notre vie quotidienne ont conduit aux méthodes de solution proposées et à de grands efforts pour améliorer leurs performances en termes de temps nécessaire pour le calcul et ou la qualité de la solution proposée.

Le quatrième chapitre traite nos contributions :

-une première qui consiste à proposer un premier reposant sur la programmation linéaire en nombre entier.

-une deuxième avec cette fois ci l'utilisation d'un modèle à base de programmation linéaire en nombre binaire. Nous cherchons le meilleur planning pour distribution la marchandise.

-une troisième contribution avec la présentation de la partie empirique soldée par le meilleur planning possible à partir des données colligées prises sur des échantillons de planning de distribution de marchandises.

-Enfin , une dernière contribution reposant sur l' évaluation de protocole expérimental ou des évaluations ont été effectuées sur nos résultats afin de les valider.

Pour terminer, nous trouverons dans la dernière partie de cette thèse tous les aspects traités avec les points forts de le faiblesses de notre approche.

Comme perspectives nous proposons une nouvelle heuristique portant sur le choix du cinquième indicateur qui a vraisemblablement un impact directe sur l'optimisation du problème considéré avant même de procéder aux différentes affectations dans le but d'optimiser l'ensemble des coûts dans un réseau multi produits.

Chapitre 1

Introduction aux problèmes d'optimisation

1.1 Introduction

L'optimisation est importante dans la plupart de nos activités quotidiennes : nous voulons faire mieux que d'être ou être meilleurs dans d'autres domaines. Toujours en ingénierie, nous visons le meilleur résultat souhaité pouvant être atteints par les conditions existantes. Dans un monde moderne et très concurrentiel, il ne suffit plus de concevoir un système dont la mise en œuvre de la tâche requise est satisfaisante. Besoin de construire un meilleur modèle. Ainsi, à travers la "conception" de nouveaux produits dans différents domaines : espace, transport terrestre, transport aérien, automobile, approvisionnement militaire, produits chimiques, électricité, biomédical, soins infirmiers, agriculture, etc..., nous devons utiliser des outils de conception donnant les résultats attendus. Actuellement approprié, économique et distinctif. Un des outils que nous utilisons est l'optimisation[42]. La conception technique comporte de nombreuses tâches quantifiables. Nous pouvons donc utiliser des ordinateurs pour analyser rapidement d'autres conceptions. Le but de l'amélioration numérique est de nous aider à examiner les conceptions entremêlées de conceptions alternatives pour répondre au mieux à nos désirs.

Les conceptions qui représentent le même système diffèrent les unes des autres car les paramètres du système ne sont pas exactement les mêmes. Les paramètres pouvant être modifiés dans le système lors de la recherche de la meilleure conception sont appelés variables de conception. En outre, nous ne pouvons pas toujours penser ainsi, le processus de conception peut être défini comme la recherche du minimum ou du maximum de certaines propriétés et les contraintes sur le problème, identifiées par la fonction objective. Pour que la conception soit acceptable et claire, elle doit également répondre à certaines exigences. Ces exigences sont appelées limitations de conception. L'optimisation modifie automatiquement les variables de conception pour nous aider à trouver la fonctionnalité cible minimale ou maximale, tout en respectant toutes les contraintes de conception souhaitées. Nous avons déjà identifié le problème(P)avec un ensemble de contraintes et(S)un ensemble de solutions[6], Il existe deux types de problèmes : problèmes d'optimisation et problèmes de décision, nous pouvons transformer le problème de décision en un ensemble de problèmes de solutions satisfaisantes[23],le problème de la décision est deux manières de répondre par oui ou par non, et le problème de l'amélioration et la recherche d'une solution appropriée liée aux objectifs spécifiques souhaités. L'optimisation consensuelle est un domaine très important et fondamental qui inclut la recherche opérationnelle, les mathématiques et l'informatique. Et par des problèmes d'optimisation[48], la plupart des applications pratiques sont formulées comme modèles pour les problèmes d'optimisation[22].

L'optimisation discrète ou l'optimisation combinatoire signifie trouver la solution optimale dans un groupe limité et rencontrer un certain nombre de solutions potentiellement dénombrables. Le concept d'optimisation est lié à la fonction de but, qui doit être agrandi ou réduit.

les problèmes d'optimisation de l'assemblage utiles et son NP- difficiles, il n'est donc pas raisonnable de les résoudre avec un algorithme précis et efficace. Si nous ne pouvons pas adapter $P = NP$, nous pouvons penser à concevoir un algorithme précis qui fonctionne à un moment qui remplit de nombreuses contraintes "multi-positions", mais qui contient le pire moment pour mettre en œuvre ou pour concevoir un algorithme efficace de solutions. Sans amélioration. Sont les deuxièmes algorithmes avec le pire ratio. Il explique correctement la valeur de la solution présente par l'algorithme et la solution d'optimisation réelle.

Officiellement, nous disons formellement que l'algorithme se rapproche presque du problème de la minimisation (respectivement du problème de la maximisation) si, dans chaque entrée, il s'avère que l'algorithme est rentable et opportun (au moins $\frac{1}{r}$ fois l'optimum). Le rapport r, qui est toujours ≥ 1, aussi appelé ratio de performance de l'algorithme.

Pour certains problèmes, il est possible de prouver que même un algorithme r-approximatif avec un petit r est difficile et impossible, à moins que $P = NP$[2].

1.2 Portée des problèmes d'optimisation

Sur le plan pratique, nous apprécions la tâche d'amélioration comme suit : à la lumière d'un système ou d'un processus, nous recherchons la meilleure solution en fonction des contraintes existantes .Cette tâche nécessite les éléments suivants :

- une fonction objective qui fournit une mesure de la performance quantitative standard qui devrait être estimée à être réduite ou maximisée. Cela peut être le coût du système, le rendement, maximiser les profits, minimiser les pertes, etc...
- Pour réduire de moitié la nature du système, nous avons besoin d'un modèle prédictif relativement au problème d'amélioration, cela se traduit par un ensemble d'équations et d'inégalités que nous appelons contraintes de système. Ces limitations incluent un domaine possible pour trouver une solution limitant les performances du système.
- Nous devons modifier les variables qui apparaissent dans le premier modèle prédictif pour répondre aux contraintes requises. Cela peut souvent être fait avec plusieurs instances de valeurs de variables, ce qui crée une zone utile et efficace déterminée par un espace

partiel pour ces variables. Dans de nombreux problèmes techniques, ce sous-système peut être considéré comme un ensemble de variables de décision pouvant être interprété comme un champ de liberté dans le processus.

L'optimisation est fondamentale et est fréquemment appliquée à la plupart des activités d'ingénierie. Cependant, dans de nombreux cas, ces ordres sont exécutés par essais et erreurs (en étudiant le cas). Afin d'éviter des activités aussi difficiles et pénibles, nous empruntons une route régulière pour s'acquitter de cette tâche, qui est aussi efficace que possible qui croit qu'il n'y a pas d'accès à une solution optimale.

- La recherche porte sur la compréhension des caractéristiques de base des problèmes d'optimisation et des algorithmes au niveau de la programmation mathématique. Les expressions clés incluent la présence de solutions, Les algorithmes pertinents tels que la convergence et la stabilité sont convergents.
- Le niveau de calcul scientifique est fortement influencé par les caractéristiques mathématiques ainsi que par l'exécution d'ordres en mode d'optimisation pour une utilisation et un travail sur le terrain" efficaces. Ici, les questions de recherche incluent la stabilité numérique, l'adaptation de la mauvaise étape de l'algorithme, des calculs complexes en performances.
- Dans le domaine de la recherche opérationnelle, nous sommes intéressés à développer des méthodes pour résoudre et formuler le problème de l'amélioration. Un grand nombre des problèmes étudiés à ce niveau sont des modèles d'organisation bons et efficaces comportant des éléments linéaires et discrets.
- Les stratégies d'optimisation sont mises en œuvre sur des problèmes concrets, complexes et souvent non spécifiques, au niveau de l'ingénierie. La connaissance de l'optimisation à ce niveau fonctionne avec une efficacité et une fiabilité élevées des méthodes implémentables, de l'analyse de solution, du diagnostic et de l'échec de la solution [2] ;[41].

1.3 Notions de base en optimisation

1.3.1 Optimisation sans contrainte :

Un problème général de minimisation sans contrainte peut être écrit comme suit :

$$\begin{cases} \min f(x) \\ \quad x \end{cases} \tag{1.1}$$

f est définie sur $\mathbb{R}^n$

f est la fonction objective à optimiser ; peut-être une fonction vectorielle dans certains cas, au lieu d'une fonction scalaire, nous prenons on considère le cas de la minimisation de la fonction de coût par ce que le problème de maximisation peut être transformé en un problème de minimisation(en prenant le négatif de la fonction de coût)[31].

1.3.2 Optimisation avec contrainte

Un problème général de minimisation sous contrainte peut être écrit comme suit :

$$\begin{cases} \min f(x) \\ \quad x \\ sous \text{ contraintes } x \in C \end{cases} \tag{1.2}$$

où C est un ensemble définissant les contraintes.

$AX = B$; $g(x_i) \geq 0$; sont des contraintes qui doivent être satisfaites (on parle de contraintes dures), et f est la fonction objective à optimiser sous réserve des contraintes. [2].

1.3.3 Algorithmes d'optimisation

Un algorithme d'optimisation est une procédure qui est exécutée de manière itérative en comparant différentes solutions jusqu'à ce qu'une solution optimale ou satisfaisante soit trouvée. Il existe deux types d'algorithmes d'optimisation les algorithmes d'optimisation du premier ordre et les algorithmes d'optimisation du second ordre[32].

1.3.4 Optimisation globale

L'objectif ultime du problème de la minimisation de la fonction de coût est de trouver un minimum global, c'est-à-dire trouver un vecteur x^* tel que :

$$\forall x \in \Omega, f(x^*) \leq f(x) \tag{1.3}$$

Le vecteur x est considéré comme un outil de minimum local de la fonction f si l'expression suivante est vraie dans sa forme générale.
Un minimal local x^* est défini comme suivante :

$$\exists \delta \in \mathbb{R}_+^* : \forall x \text{ satisfait } \|x - x^*\| \leq \delta, f(x^*) \leq f(x) \tag{1.4}$$

Si f est différentiable, la condition nécessaire pour que x minimal local :

$$\nabla f(x^*) = 0 \tag{1.5}$$

Le minimal local n'est pas toujours un minimum global de f, en effet, la fonction de coût a plusieurs limites locales.

1.3.5 L'optimum local

A est un voisinage de solution s qui contient la meilleure solution ; s'appelle l'optimum local, la solution s′ (appartenant à S) est un optimum local de la structure du voisinage A de la solution s si elle vérifie la condition suivante recherchée : un élément $s^{'}$ 1.6 :

$$f(s^{'}) \leq f(s), \forall s \in A \tag{1.6}$$

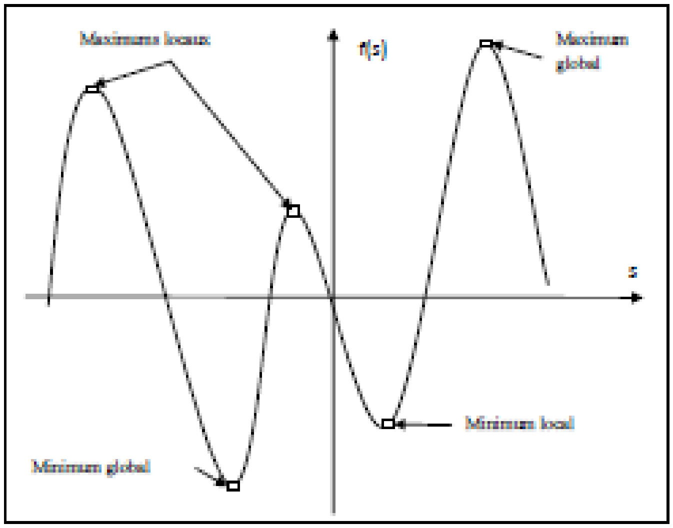

FIG. 1.1 – Courbe représentant les optimums locaux et les optimums globaux

Recherché : un élément $s^{'} \in A$ pour tout $x \in A$ ("maximisation") 1.7 :

$$f(s^{'}) \geq f(s), \forall s \in A \tag{1.7}$$

Remarque 1.3.1 *Figure1.1. Courbe représentant les optimums locaux et les optimums globaux Il est à noter que l'optimum local est aussi nommé maximum local au cas de problème de maximisation et minimum local au cas de problème de minimisation[2].*

1.4 Présentation de la programmation linéaire

1.4.1 État de l'art

La résolution du problème d'un système d'inégalité linéaire remonte au moins à la méthode de Fourier, publiée en 1827 pour le résoudre[25], et qu'il a montré la méthode d'élimination de Fourier-Motzkin.

L'économiste soviétique Leonid Kantorovich ; en 1939 à développer une formulation linéaire d'un problème équivalant au problème général de la programmation linéaire, et un outil à résoudre[4]. Problème de résolution d'un système linéaires d'inégalités remonte au moins à celui de Fourier, qui en 1827 publia une méthode pour les résoudre[25].

En 1939, l'économiste soviétique Leonid Kantorovich a proposé une formulation linéaire d'un problème équivalant au problème général de la programmation linéaire, et suggéré un moyen de les résoudre[4]. Ce sont les moyens mis au point pendant la Seconde Guerre mondiale pour planifier les dépenses et faire le retour afin de réduire les coûts pour l'armée et pour augmenter les pertes pour l'ennemi. Le travail de Kantorovich a été initialement négligé en URSS[55]. Presque au même moment que Kantorovich, l'économiste américano-néerlandais T. C. Koopmans Nous formons des problèmes économiques classiques sous forme de programmes linéaires. Kantorovich et Koopmans Il a ensuite pris part au prix Nobel d'économie de 1975 [25]. En 1941, Frank Lauren Hitchcock des problèmes de transport tel que les programmes linéaires ont été formulés, ce qui a donné une solution très similaire à la méthode du simplex [4]. Hitchcock était mort en 1957 et après la mort, le prix Nobel n'a pas été attribué.

George B. Dantzig développa en 1946-1947, la formulation de la programmation linéaire générale indépendamment pour une utilisation dans la planification des problèmes dans l'US Air Force . En 1947, Dantzig découvre d'abord la méthode du simplex, qui résout efficacement le problème de la programmation linéaire dans la plupart des cas . Lorsque Dantzig a organisé une réunion avec John Von Neumann pour discuter la manière et l'efficacité de sa méthode simplex, Neumann s'est immédiatement rendu compte que la théorie de la dualité était que le problème sur lequel il travaillait dans la théorie des jeux était équivalent. Dantzig dans un rapport non publié, a présenté des preuves "d'inégalité linéaire" le 5 janvier 1948[54] .a été appliqué dans de nombreuses industries dans sa planification quotidienne dans les années d'après-guerre.

Le problème de la programmation linéaire a été expliqué pour la première fois par Leonid Khachiyan en 1979, mais une avancée théorique et pratique majeure a eu en 1984 lorsque

Narendra Karmarkar à trouver un nouveau moyen (méthode) de résoudre des problèmes linéaires (problèmes de programmation linéaire).

Définitions La programmation linéaire (LP, appelée optimisation linéaire) est un moyen d'obtenir les meilleurs résultats (tels que profit maximal ou moindre coût et perte minimale) dans un modèle mathématique dont les besoins et les exigences sont représentés par des relations linéaires.

Formellement, la programmation linéaire est une technique permettant d'améliorer la fonction des fonctions linéaires des sujets linéaires, soumise à toutes sortes de contraintes en matière d'égalité linéaire et d'inégalités linéaires. Une zone utile est un pic poly convexe, un ensemble appelé intersection finie en demi-cercle, chacun défini par une inégalité linéaire. Sa fonction objective est une fonction émotionnelle de valeur réelle (linéaire) définie sur cette surface multicanale.

L'algorithme trouve un point de points ancré dans une multifacette où la fonction est dans une valeur plus petite (ou plus) si vous trouvez un tel point.

Les programmes linéaires peuvent être exprimés sous forme de problèmes juridiques[41].

$$\begin{cases} \max z = c^t x \\ sc \quad Ax \leq b \\ \quad x \geq 0 \end{cases} \tag{1.8}$$

où x est le vecteur de variables, c et b sont des vecteurs de transaction connus, A est une matrice de transactions connue, et $(.)^T$ Une matrice transposée est appelée maximiser ou minimiser la fonction cible(c^{T}x dans ce cas). Les inégalités $Ax \leq b$ et $x \geq 0$ les contraintes qui déterminent le pic poly convexe dans ce contexte devraient améliorer la fonction cible sur celles-ci.Lorsque des vecteurs du même type, comparez-les. Si chaque entrée du premier est inférieure ou égale à l'entrée correspondante par seconde, on dit que le premier vecteur est inférieur ou égal au second vecteur.

L'application de la programmation linéaire à différents domaines d'étude. Il est beaucoup utilisé en mathématiques, et moins, dans d'autres domaines tels que les affaires, l'ingénierie et l'économie. Cela inclut les industries qui utilisent des modèles de programmations linéaires dans les domaines du transport, des télécommunications , de l'énergie, et de la fabrication. Il s'est révélé utile pour modéliser divers types de problèmes de planification, de direction, de planification, d'attribution et de conception[29].

1.4.2 Existence de solutions optimales

Détermine les contraintes linéaires la zone réalisable détermine sa forme géométrique, une facette aux multiples facettes. La fonction linéaire est une fonction convexe, ce qui signifie que chaque maximum local est un maximum global et que chaque minimal local est le minimum global, de même que la fonction linéaire est concave.

S'il existe des contraintes incohérentes, la solution optimale n'est pas présente, il n'y a pas de solution pratique : par exemple, des restrictions ; $x \geq 2$ et $x \leq 1$; ne peut être satisfait ensemble, dans ce cas, dites que LP ne serait pas possible. Deuxièmement, lorsque la couche multiple n'est pas définie dans la hiérarchie de la fonction cible (la fonction cible étant le vecteur des coefficients de la fonction objectif), la valeur idéale n'est pas atteinte car il est toujours possible de faire mieux qu'une valeur spécifique pour la fonction cible[42].

1.4.3 Interprétation économique d'une programmation linéaire

Nous considérons le problème P. L :

$$(P)\begin{cases} \max\limits_{j} z = \sum\limits_{j=1}^{n} c_j x_j \\ s.c. \sum\limits_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_j i = 1,.,.,.n \\ x_j \geq 0 \; j = 1,.,.,.n \end{cases}$$

Cette formulation a une corrélation avec la situation suivante : L'entreprise a des activités j ; Chacune de ces activités nécessite un certain nombre de ressources différentes i. On connaît la quantité b_j de ressource i quantité de matériel disponible pour chaque m ressource, chaque activité j peut-être appliquée fortement x_j, l'amortissement est donné a_{ij} de ressource i pour appliquer l'activité j au niveau unité.

Enfin c_i est le bénéfice de l'unité que nous tirons de l'activité j (c'est-à-dire le bénéfice de l'unité que obtenu en exerçant l'activité j au niveau unité), résoudre le problème (P), c'est déterminer les valeurs x_j (non négatifs) auxquels il faut appliquer les activités j de manière que.

- une quantité pour toute ressource i $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j$ de ressource i consommée nous ne pouvons pas aller au-de là b_i.
- bénéfice total $\sum_{j=1}^{n} c_j x_j$ soit maximum[42].

1.5 Méthodes de résolution d'une programmation linéaire

Les problèmes de programmation linéaire ont été résolus dans le passé avec certaines méthodes mathématiques. Parmi eux :

1.5.1 Méthode d'énumération

Il s'agit de la méthode la plus ancienne, basée sur le fait que la solution optimale est un point extrêmement polyvalent avec toutes les limitations. Cela dépend des étapes suivantes :

1. trouvez tous les points extrêmes.
2. Calculer la valeur de la fonction cible dans chacun de ces points.
3. Comparer les valeurs obtenues.

Cette méthode est ennuyeuse si nous devons traiter des problèmes où les points extrêmes sont trop nombreux ou les vecteurs trop nombreux.

1.5.2 Méthode du simplexe ou méthode de G. B Dantzig

George Dantzig en 1947 développer l'algorithme du simplex, les problèmes de LP sont résolus en construisant une solution appropriée au sommet du sommet, puis en suivant le chemin sur les bords du polytope jusqu'à des pics extrêmement élevés, les valeurs non décroissantes de la fonction étant définitivement optimisées. Dans de nombreux problèmes pratiques, il y a "blocage" : de nombreux axes sont créés sans augmenter la fonction cible[28] ;[39]. Les versions habituelles de l'algorithme du simplex "cycle" peuvent être de rares problèmes pratiques"[39]. Les chercheurs ont mis au point de nouvelles règles essentielles pour éviter ces cycles [13] ;[40] ;[39] ;[15] ;[21].

Un algorithme simple est assez efficace dans la pratique et on peut garantir la recherche de la solution optimale si certaines conditions sont opposées au cyclisme. L'algorithme du simplex s'est révélé efficace pour résoudre des problèmes "aléatoires", c'est-à-dire le nombre de pas cubique[35], Il est similaire à son comportement dans les problèmes pratiques. [28] ;[35].

Cependant, l'algorithme du simplex n'est pas toujours bon ; pour son mauvais comportement dans le pire des cas :(Klee et Minty) les problèmes de programmation linéaire utilisant la méthode Simplex comportent un grand nombre d'étapes dans la taille du problème ; classés dans une famille [28] ;[40] ;[15]. Pendant un certain temps, on ne savait en fait pas s'il était possible de résoudre le problème de la programmation linéaire à une époque aux multiples limites P[61] ;[62].

1.5.3 Méthode du point intérieur

La méthode de point internes se déplace dans la zone potentielle contrairement au l'algorithme du simplex qui trouve la meilleure solution en croisant les arêtes entre les sommets d'un poly der.

1.6 Problème du transport par la programmation linéaire

Nous découvrons comment les ressources et les projets gèrent divers problèmes majeurs. La programmation linéaire, c'est l'un des outils de recherche opérationnelle les plus utilisés et a été un outil d'aide à la décision dans presque toutes les industries manufacturières et dans les organisations financières et de services. Dans le terme programmation linéaire, la programmation se réfère à la programmation mathématique. Dans ce contexte, il s'agit d'un processus de planification qui alloue les ressources, les matériaux, les machines et les capitaux de la meilleure façon possible (optimale) afin de minimiser les coûts ou de maximiser les profits. Dans LP, ces ressources sont appelées variables de décision. Le critère de sélection des meilleures valeurs des variables de décision (par exemple, pour maximiser les profits ou minimiser les coûts) est connu en tant que fonction objective. Les limitations sur la disponibilité des ressources forment ce que l'on appelle un ensemble de contraintes. Tout le problème peut être exprimé en termes de droites, de plans ou de figures géométriques analogues. En plus des exigences linéaires, les restrictions de non-négativité indiquent que les variables ne peuvent pas supposer des valeurs négatives. Autrement dit, il n'est pas possible d'avoir des ressources négatives. Sans cette condition, il serait mathématiquement possible de «résoudre» le problème en utilisant plus de ressources que disponibles. Dans les rapports précédents nous avons discuté en utilisant LP pour trouver des solutions optimales pour les problèmes de maximisation et de minimisation. Nous avons également appris que nous pouvons utiliser l'analyse de sensibilité pour nous en dire plus sur notre solution que la solution optimale finale.

1.6.1 problème du transport

L'une des applications les plus importantes et les plus réussies de l'analyse quantitative pour résoudre les problèmes commerciaux a été la distribution physique des produits, appelé problème du transport. Fondamentalement, le but est de minimiser le coût d'expédition des marchandises d'un endroit à un autre, de sorte que les besoins de chaque zone d'arrivée soient satisfaits et que chaque lieu d'expédition fonctionne dans les limites de ses capacités. Cependant, l'analyse quantitative a été utilisée pour de nombreux problèmes autres que la distribution physique des biens.Il a été utilisé pour recruter du personnel à certains postes.

Nous pourrions résoudre un problème du transport et le résoudre en utilisant la méthode du simplex comme avec tout problème de PL ; la structure particulière du problème du transport ; nous permettons de le résoudre avec un algorithme plus rapide et plus économique que l'algorithme du simplex. Nous pouvons résoudre les problèmes de ce type, qui contiennent des milliers de variables et de contraintes, en peu de temps sur l'ordinateur ; et nous pouvons résoudre le problème du transport manuel relativement volumineux. Il y a certaines exigences pour placer un problème de PL dans la catégorie de problème du transport. Nous discuterons de ces exigences au chapitre 5, après avoir formulé notre problème et le résolu par l'utilisation d'un logiciel.

1.6.2 L'environnement particulier

La situation financière de l'industrie du transport terrestre est due à la situation économique des entreprises de camionnage.

1.6.3 Les facteurs régissant une entreprise de transports

Lors de la construction d'un système de transport, tenez compte des facteurs environnementaux spécifiques de l'entreprise de transport[51]. Ces besoins varient selon.

1. le type, le poids, la taille et les caractéristiques des marchandises a transporté (telles que les substances dangereuses).
2. Service requis (comme les délais de livraison).
3. les points d'origine et de destination des marchandises.

La conception du système de transport est influencée par les régulateurs, au niveau de la délivrance des permis de transport, et par les entreprises de la concurrence qui fournissent déjà des services de transport sur un marché particulier. Lors de la conception du système de transport, plusieurs stations doivent être sélectionnées. Par exemple, un transporteur qui souhaite, par exemple, fournir des services de fret en morceaux, organiser un réseau de stations de fusion où les marchandises collectées sont collectés pour être intégrés dans un camion pour assurer le transport sûr de longues distances. Il est donc important de choisir le nombre, la taille et l'emplacement des terminaux au stade de la conception du système de transport[30].

1.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons introduit les définitions initiales que l'on trouve souvent dans le domaine de l'amélioration, qui définissent le problème de l'amélioration, à travers les types des problèmes d'optimisation (minimisation de but unique, minimisation de buts multiples, maximisation d'un objectif, maximisation d'objectifs multiples), nous avons essayé de clarifier le principe de quelques problèmes difficiles dans l'amélioration en accordant une importance particulière aux problèmes réels.

Chapitre 2

problème de la planification

2.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons le problème de la planification dans un contexte général qui se complique chaque jour dans les entreprises et les institutions. L'aménagement du temps de travail et l'amélioration du service à la clientèle intéressent toute communauté ou organisation, ce qui à amener les chercheurs à proposer des solutions pour aider les directions et les institutions à planifier.
D'abord, il identifie le problème de la planification dans les entreprises de transports terrestre et aérien et les place dans les horizons de l'entreprise.

2.2 Définition du problème

La planification définit comme suit :
anticiper les situations futures, sélectionner les objectifs à atteindre et identifier les actions à entreprendre pour atteindre ces objectifs à un coût raisonnable, c'est-à-dire planifier en pensant à l'avenir et en contrôlant les événements futurs en organisant et en gérant atteindre les objectifs par les ressources.
Les entreprises manufacturières, intéressées par ces problèmes, sont la planification globale

de la production, c'est-à-dire la recherche de stratégies permettant de modifier la production et d'améliorer les différences de périodicité de l'application. Parmi les stratégies les plus couramment utilisées figurent les changements dans les taux de production par l'emploi, le lancement, les heures supplémentaires, le placement et les variations des niveaux de stocks. Ainsi, il n'est pas rare qu'un fabricant décide de produire à un rythme presque constant en changeant les niveaux de stock pour ajuster les variations saisonnières de la demande de ses produits. Cette stratégie ne peut pas être utilisée pour les entreprises de services qui ne peuvent stocker leur production. Ainsi, le problème de la planification globale des entreprises de services est aggravé par le fait que seuls les ajustements de modification de service peuvent équilibrer les variations saisonnières de la demande[6].

2.3 Planification indépendante du domaine

Dans un planning, les planificateurs saisissent généralement un modèle de domaine ainsi que le problème spécifique à résoudre spécifié par l'état initial et le but, contrairement à ceux où il n'y a pas de domaine d'entrée spécifié. Ces planificateurs sont appelés "Domaines indépendant" pour souligner le fait qu'ils peuvent résoudre des problèmes de planification à partir d'un large éventail de domaines. Des exemples typiques de domaines sont l'empilement de blocs, la logistique, la gestion de flux de travail et la planification de tâches de robot. Ainsi, un planificateur indépendant d'un seul domaine peut être utilisé pour résoudre des problèmes de planification dans tous ses différents domaines. D'un autre côté, un planificateur d'itinéraire est typique d'un planificateur spécifique à un domaine[24].

2.4 Planification des langages de modélisation de domaine

Les langages les plus couramment utilisés pour représenter les domaines de planification et les problèmes de planification spécifiques. Chaque État possible du monde est une attribution de valeurs aux variables d'état, et les actions déterminent comment les valeurs des variables d'état changent lorsque cette action est prise. Comme un ensemble de variables d'État induit un espace d'état dont la taille est exponentielle dans l'ensemble, la planification, comme de nombreux autres problèmes de calcul, souffre de la malédiction de la dimensionnalité et de l'explosion combinatoire[24].

2.5 L'horizon temporel de la planification

"Qu'est-ce que "Horizon temporel' ?

Un horizon temporel est la durée pendant laquelle un investissement est effectué ou détenu avant sa liquidation. Les horizons temporels peuvent aller de quelques secondes, dans le cas du commerçant quotidien jusqu'à des dizaines d'années pour un investisseur buy-and-hold. Les horizons temporels d'investissement sont davantage déterminés par les objectifs d'un investisseur plutôt que par le mécanisme lui-même.

L'horizon de planification est la durée pendant laquelle une organisation se penchera sur l'avenir lors de la préparation d'un plan stratégique. De nombreuses sociétés commerciales utilisent un horizon de planification de cinq ans, mais un horizon général de planification est d'environ une année[3].

Un horizon temporel, également appelé horizon de planification, est un point fixe dans le futur, auquel cas certains processus seront évalués ou supposés se terminer. Il est nécessaire dans un régime de comptabilité, de finances ou de gestion des risques d'assigner un tel horizon d'horizon fixe afin que les alternatives puissent être évaluées pour la performance sur la même période de temps. Un horizon temporel est une impossibilité physique dans le monde réel[1].

Bien que les horizons à court terme tels que la fin de la journée, la fin de la semaine, la fin du mois comptent en comptabilité, il s'agit généralement d'un simple résumé et des processus les plus simples de ces marchés à court terme. Aucune analyse de scénario ou de marquage des activités futures n'est généralement entreprise pour de telles périodes, sauf pour les très gros portefeuilles.

Les horizons les plus communs utilisés dans la planification sont un «quart» (un trimestre ou trois mois), un an, deux ans, trois ans, quatre ans (surtout dans une démocratie représentative où il s'agit d'un mandat et d'une élection assez courants). Les entreprises plus visionnaires et les agences gouvernementales peuvent également utiliser entre dix et cent ans. Trente ans sont souvent utilisés dans les contrats de prêts hypothécaires et les bons du trésor américain, tels que les «obligations à long terme». Cent ans, parfois considéré comme égaux à sept générations, est un horizon temporel souvent cité par les anciens Iroquois et les verts modernes.

S'accorder sur un horizon temporel d'action commune est particulièrement important dans la politique mondiale, car chaque participant aura des habitudes temporelles très différentes. Il est assez difficile de parvenir à une politique simultanée sans un accord, car ceux qui agissent tôt peuvent être sérieusement désavantagés par rapport à ceux qui prennent des mesures tardivement sur le plan réglementaire. Une tentative de mise en place d'une politique globale simultanée est en train d'être tentée par la campagne SIMPOL de l'international simultané policé organisation.

Il y a des décisions au niveau stratégiques, qui comprennent une grande partie de l'organisation, ont des implications financières importantes et ont des effets à long terme.

Les décisions dans les entreprises de camionnage sont liées aux camions, généralement avec le concept d'un système de transport.

-La qualité de ce que nous expédions.

-Le terrain servi.

-Niveaux de services fournis aux clients.

-Composition du réseau de terminaison requis.

Les options sont la position stratégique de la compagnie de transport et devraient être revues périodiquement

Les compagnies aériennes hautement organisées ne se soucient pas de la planification optimale[34].

Nous disons que le récent assouplissement de la réglementation dans l'industrie du camionnage est clair.

Les choix effectués au niveau stratégique détermineront le cadre dans lequel les décisions tactiques et opérationnelles seront prises.

Cette planification sera mentionnée à court ou à moyen terme pour des activités telles que l'achat ou le remplacement d'équipement et l'adaptation de la capacité de production à la demande et à la disponibilité du capital. Dans le domaine du camionnage[7].

Nous allouons du matériel et élaborons des calendriers de transport qui seront mis à jour quotidiennement en fonction des données réelles sur la demande et la demande. Selon la disponibilité de l'équipement. À court terme, les processus de planification et de contrôle opérationnels sont confus afin de maintenir l'ordre[30].

2.6 Problème de la planification globale

Définition du problème L'un des problèmes les plus importants dans les entreprises manufacturières est la planification globale de la production, c'est-à-dire le choix des stratégies utilisées pour modifier la production. Variations périodiques de la demande. Parmi les stratégies les plus utilisées figurent les changements dans les taux de production par le recrutement, la démobilisation, les heures supplémentaires, l'externalisation et les changements dans les stocks. Ainsi, il n'est pas rare qu'une entreprise manufacturière produise à un rythme presque constant en changeant son niveau d'inventaire pour s'adapter aux différences de demande par saison pour la production. L'utilisation de cette stratégie n'est pas possible pour les entreprises de services, telles que les entreprises de transports, qui ne peuvent pas «stocker» leur production. Ainsi, le problème de la planification globale des entreprises de services est aggravé par le fait que les ajustements ne sont que la prestation de services qui peut équilibrer les variations saisonnières de la demande[6].

Supposons que nous planifions nos opérations à mesure que nous approchons la période de demande accrue pour les services de transport (printemps et automne). S'il n'y a pas de modifications au plan opérationnel, il est possible que la capacité actuelle soit insuffisante pour la tâche et que le service fourni soit insuffisant, car de nombreuses marchandises sont laissées sans destination. La planification est donc nécessaire pour augmenter la capacité du système de transport. Cela peut être fait de différentes manières :

1. augmenter le nombre de remorques et donc la fréquence de leur lancement sur différents segments de la route exploitée. Cela augmentera les coûts de transport entre les villes, qui varient proportionnellement au nombre de voyages dans une partie donnée de la route.
2. N'augmentez pas la fréquence de service mais redirigez plutôt le trafic restant sur les plates-formes de chargement vers les autres terminaux (ce que l'on appelle la consolidation) en ajustant leur chemin. Cette stratégie aura les résultats suivants :
   (a) Augmentation des coûts de manutention double avec circulation à la station d'assemblage.
   (b) Augmenter le temps moyen de service fourni sur le marché par rapport à ce qu'il a été obtenu en utilisant une route directe.
   (c) Augmenter la congestion dans la station normalisation août-profiter de la capacité de cette station dans la mesure où il faut prendre en compte La file d'attente apparaîtra là.

3. Utilisez une stratégie multiple combinant les deux options.

des changements importants se produiront dans les coûts d'exploitation (coûts de transport et de manutention interurbains) et les niveaux de service fournis. En outre, l'augmentation du volume de marchandises transportées peut exacerber les déséquilibres entre le nombre d'arrivées et de départs de remorques à chaque station du réseau.

2.7 Problématique de la planification

Qu'est-ce que la planification ?

La planification est un processus spécifique nécessaire pour de nombreuses professions telles que la gestion, les affaires, etc. Différents types de plans d'affaires contribuent à accroître l'efficience et l'efficacité, à faire avec les prévisions. La prévision peut être décrite comme une projection pour l'avenir, tandis que la planification prédit ce que l'avenir doit avoir dans plusieurs scénarios de planification est l'une des techniques de gestion de projet et de gestion du temps les plus importantes. La planification implique la préparation d'une série d'actions pour atteindre un objectif spécifique. Si la planification est efficace, elle peut réduire considérablement le temps et les efforts nécessaires pour atteindre l'objectif, le plan est comme une carte, en suivant un plan, nous pouvons voir comment ils se dirigent vers leur objectif, un plan de projet non robuste peut coûter du temps et de l'argent à l'organisation[64].

Comment participer à la planification ?

La planification réussit lorsqu'elle est complète et reflète les valeurs globales de la communauté entière. Devenir un planificateur est une option.

Une autre option consiste à fournir vos contributions pour aider votre communauté à aller de l'avant. Les planificateurs organisent souvent des séances portes ouvertes ou des séances communautaires pour recueillir les commentaires des résidents, poser des questions et aider à prioriser les initiatives communautaires. Surveiller le site de gestion de la mise en page.

Si vous souhaitez jouer un rôle plus actif, envisagez de faire du bénévolat pour le comité de planification communautaire.

Comment évaluer un planning ?

Les résultats sont des tableaux détaillés montrant le contrat initial et les ordres de modification pour toutes les sections de coût ou des parties du travail. Le tableau de valeur est basée sur le budget approuvé, le taux fixe ou le type de coût d'abonnement supplémentaire, le cas échéant. Signé un contrat pour un langage supplémentaire par rapport à l'échelle des valeurs. Chaque projet / fonction doit avoir une table de valeurs distinctes. Si plusieurs projets et travaux sont inclus dans un seul contrat, vous devez créer une table de valeurs distincte qui sépare clairement les coûts entre chaque fonction de facturation, de rapports, et d'audit[45].

2.8 Différents types de plannings

trois types de planning : lequel utiliser ?

Les trois types de planification sont appelés "programmes de capacité", "programmes de ressources" et "programmes de service". Les types de planification se chevauchent dans ce qu'ils peuvent faire, et pour certaines applications, plus d'un fonctionnera, mais vous obtiendrez la meilleure expérience si vous bien choisissez à votre situation.

2.9 Évaluation des ressources

La planification indique la disponibilité des ressources et l'utilisateur choisit un emplacement approprié. D'autre part, avec un tableau de services et de tâches, l'utilisateur détermine d'abord le type de service (leçon, voyage, histoire de la chevelure). Le tableau affiche ensuite tous les espaces disposant des ressources disponibles pour ce travail et ce service."

Vous devez créer une table de types de ressources. Nous réaliserons la planification des types de ressources dans la plupart des cas, même si le processus orienté service fonctionnera parfois mieux. Le calendrier des ressources doit contenir chaque "ressource moins" qui inclut le processus de réservation. Par exemple, les ressources limitées peuvent être des thérapeutes, des bateaux, des tables, des salles, etc. Si vous concevez un horaire pour permettre aux gens de prendre rendez-vous avec vous, ce sera une ressource rare. N'incluez pas de ressources qui ne sont pas rares. Par exemple, si le rendez-vous nécessite une salle de réunion mais qu'il y a toujours suffisamment des salles de réunion, il n'est pas nécessaire de les inclure.

2.10 Calendrier de service

Le programme de services dispose d'une capacité essentielle pour garder à l'esprit la disponibilité des ressources dans d'autres tableaux. D'une autre réponse, la planification des ressources permet à l'utilisateur de créer des tableaux longitudinaux non organisées, de créer des rendez-vous répétitifs et des fonctionnalités qui ne disposent pas de planification des services.

Plusieurs ressources sont nécessaires pour une réservation.

Par exemple : une réservation pour un traitement nécessite qu'une chambre et un thérapeute soient réservés en même temps.

Diverses ressources nécessitent des services différents et multiples. Par exemple, certains tests et traitements ne peuvent être effectués que par un spécialiste.

Pour déterminer de bons services, nous utilisons différentes ressources, vous devez d'abord identifier et estimer ces ressources dans le plan de planification des ressources.

Comme vous pouvez créer, supprimer et éditer des tableaux aussi souvent que vous le souhaitez, il n'est pas nocif d'essayer plusieurs types.

Les autres tableaux sont des tableaux qui ne seront pas utilisées plus tard ou plus tard.

Vous pouvez modifier tout ce qui concerne une planification, à l'exception des propriétés de type et de tableau.

Nous discuterons des différents types de tableaux ci-dessous et des approches utilisées pour réaliser ces différents types de tableaux.

Types de plannings dans le domaine du transport

La planification des transports et l'organisation du processus pivot qu'elle dirige sont le processus d'identification des activités, des politiques, des objectifs. Comme c'est le cas aujourd'hui, il s'agit d'un processus collaboratif qui intègre les contributions de nombreux acteurs et parties prenantes. Les systèmes de transport appliquent une approche multimodale et / ou globale à l'analyse du large éventail de solutions de remplacement et d'impact sur le système de transport afin d'influer sur le type de services publics et les résultats utiles.

La planification des transports est également communément appelée planification des transports internationaux et comprend l'évaluation, la conception et la localisation (généralement les rues, les autoroutes, les pistes cyclables et les lignes de transport en commun).

2.11 Politique et planification des transports

Le processus de planification du transport peut apparaître comme un processus raisonnable fondé sur des méthodes et méthodologies standard et objectives, mais il est souvent influencé par les processus politiques environnants. Le processus de planification des transports est étroitement lié à la nature générale des travaux publics des entreprises privées. En conséquence, les planificateurs des transports jouent un rôle de coordination important. Les planificateurs des transports aident en fournissant des informations aux décideurs en fonction des destinations politiques, de manière à produire des résultats utiles. Ce rôle est similaire à celui des ingénieurs de transport, qui sont souvent influencés par la politique générale dans le processus technique de conception de transport.

Chapitre 3

Étude théorique sur les méthodes de résolution du problème

3.1 Introduction

Les problèmes rencontrés par les chercheurs dans notre vie quotidienne ont conduit à une promotion de la recherche, qui a abouti aux solutions proposées et à des efforts importants pour améliorer la qualité ou la performance de la solution proposée en termes de temps requis pour le calcul. Plusieurs méthodes de résolution de problèmes ont été suggérées à partir de différentes complexités. Ainsi, les grandes et distinctes différences de principe, de stratégie et de performance ont été séparées. Cette diversité a permis de combiner différentes manières de résoudre différents problèmes dans deux catégories principales : la classe de techniques précises et la classe de méthodes approchées. L'hybridation de ces deux groupes a conduit à l'émergence d'un pseudo-classe pourtant la méthodologie des méthodes dites hybrides.

Nous savons que les méthodes exactes offrent la meilleure qualité et la meilleure solution, mais sont très lentes en termes de temps de calcul et de mémoire requise. C'est pourquoi ils l'utilisent tellement pour résoudre facilement les problèmes. La nécessité de résoudre des coûts de recherche de haute qualité (semi-optimaux) (temps et mémoire) a raisonnablement nécessité différents types de techniques de résolution de problèmes, appelées approximations. Comme alternative aux belles routes. En fait, ils peuvent trouver des solutions de très bonne qualité à un temps de calcul raisonnable. Nous avons trouvé et proposé de nombreuses méthodes approximatives. C'est un problème complexe qui doit être résolu. Ces méthodes ont été classées en deux catégories : les méta-méthodes et les méthodes exploratoires.

Les voies spécifiques à un problème particulier sont appelées méthodes expérimentales. Cela nécessite de connaître la taille du problème que nous voulons résoudre. En fait, il existe des règles de base basées sur l'expérience et les résultats précédents obtenus pour améliorer les recherches futures. Les chercheurs ont proposé dans la littérature de nombreuses définitions et concepts, notamment :

Le fondement de l'appréciation est l'inférence, la stratégie, la simplification ou tout autre type de dispositif qui contribue de manière significative à la recherche de solutions aux problèmes importants et différents. Inférence ne garantit pas des solutions optimales. En fait, ils ne garantissent certainement pas la solution. Tout ce que l'on peut dire sur une pensée constructive et utile, c'est qu'elle fournit dans la plupart des cas des solutions analytiques satisfaisantes et satisfaisantes[19].

La façon simple de détecter les choses est un moyen d'aider à résoudre le problème en faisant des prédictions acceptables mais fausses de ce qui est mieux[20].

Définition 3.1.1 *« Un heuristique est la base de la méthode d'évaluation de la stratégie utilisée pour améliorer l'efficacité d'un système particulier tente de trouver des solutions pour des problèmes très difficiles[57].*

«Les règles d'insertion et les règles de sécurité peu fiables et les ensembles de connaissances sont utiles pour faire des choix et des évaluations différents[46].

Toutes les règles d'insertion, les règles de sécurité et les ensembles de connaissances dangereuses sont utiles pour faire des choix et des évaluations différents. [54].

L'inférence est un critère, un moyen ou un principe pour déterminer lequel des multiples plans d'action promet d'être plus efficace dans la réalisation d'un objectif particulier[49]. Les méthodes métas heuristiques sont des méthodes générales, et l'inférence multi-usager utilisable est applicable. Ils peuvent construire une alternative aux méthodes heuristiques lorsque nous ne connaissons pas la direction des choses spécifiques d'un problème particulier[47].

3.2 Les méthodes exactes

Le développement de méthodes d'optimisation exactes pour les problèmes d'optimisation LIP au cours des 50 dernières années a été très fructueux. Il existe, au moins, trois approches différentes pour résoudre les problèmes de programmation linéaire en nombre entier, bien qu'ils soient fréquemment combinés dans des procédures de solution "hybride" dans la pratique de calcul[17] ;[44] ;[63] :

- Algorithmes de plans de coupe basées sur une combinatoire polyédrique.
- Approches énumératives et branches et reliées, branches et coupes et Méthodes de branchement et de prix.
- Techniques de relaxation et de décomposition.

On n'oublie les algorithmes spécifiques au problème traité comme l'algorithme de Johnson[33] ;pour la résolution de problèmes d'ordonnancement[36]. Notre vocation n'est plus de relater le principe de différentes méthodes exactes mais plutôt d'en citer quelques-unes dans ce qui suit.

3.2.1 L'algorithme de retour arrière (Backtracking)

Retour en arrière (Backtracking) est un algorithme général pour trouver toutes (ou certaines) des solutions à certains problèmes de calcul, notamment les problèmes de satisfaction de contraintes, qui incrémente les candidats aux solutions, et abandonne un candidat ("backtracks") des qu'il détermine que le candidat être complété par une solution valide[27].

Le retour en arrière ne peut être appliqué que pour les problèmes qui admettent le concept d'une «solution candidate partielle» et un test relativement rapide pour savoir s'il peut éventuellement être complété par une solution valide. Il est inutile, par exemple, de localiser une valeur donnée dans une table non ordonnée. Cependant, lorsque cela est applicable, le retour arrière est souvent beaucoup plus rapide que l'énumération de force brute de tous les candidats complets, puisqu'il éliminer le nombre de candidats par un test.

Le retour en arrière est un outil important pour résoudre les problèmes de satisfaction des contraintes, tels que les mots croisés, l'arithmétique verbale, le Sudoku et de beaucoup autres casse-tête. Cette méthode est la plus pratique pour l'analyse, pour le problème du sac à dos et d'autres problèmes. C'est aussi la base de ce qu'on appelle les langages de programmation logiques tels que icon, Planer et Prolog.

Le retour en arrière dépend des «procédures de boîte noire» définies par l'utilisateur qui définissent le problème à résoudre, candidats partiels Comment inclure tous les candidats. Il s'agit donc d'un méta heuristique plutôt que d'un algorithme spécifique-bien que, contrairement à beaucoup d'autres méta-heuristiques, Il est difficile de trouver toutes les solutions dans un délai limité.

3.2.2 Méthode de Branch and Bound (B&B)

B&B Branch et Bound (BB, B & B ou BnB (nommée Branch and Bound en anglais)) est un paradigme de conception algorithmes pour les problèmes d'optimisation discrète et combinatoire, ainsi que pour l'optimisation mathématique. Un algorithme de branchement et de liaison consiste en une énumération systématique des solutions candidate au moyen de la recherche d'espace d'états : l'ensemble des solutions candidate est considéré comme formant un arbre enraciné avec l'ensemble complet à la racine. L'algorithme explore les branches de cet arbre, qui représentent des sous-ensembles de l'ensemble de solutions.

Avant d'énumérer les solutions candidates d'une branche, la branche est vérifiée par rapport aux bornes estimées supérieure et inférieure de la solution optimale, et est rejetée si elle ne peut pas produire une meilleure solution que la meilleure trouvée jusqu'à présent par l'algorithme.
L'algorithme dépend de l'estimation efficace des limites inférieures et supérieures des régions / branches de l'espace de recherche. Si aucune limite n'est disponible, l'algorithme dégénère en une recherche exhaustive.
La méthode a été proposée par A. H. Land et A. G. Doig[5] ; en 1960 pour la programmation discrète, et est devenue l'outil le plus couramment utilisé pour résoudre les problèmes d'optimisation NP-hard [16]. Le nom"branch and bound" est apparu pour la première fois dans le travail de Little et al. sur le problème du voyageur de commerce[38].
L'efficacité de la méthode B&B a attiré l'attention de nombreux chercheurs. Par conséquent, plusieurs améliorations de l'algorithme B&B ont été proposées, y compris les algorithmes : Branch and Cut (noté B&C)[52], Branch and Price (noté B&P) [Barnhart et al, 2005][12], Branch and Cut and Price (B&C&P).

3.2.3 Méthode de coupe-plane

En optimisation mathématique, la méthode du plan de coupe est l'une quelconque de diverses méthodes d'optimisation qui affinent itérativement un ensemble ou une fonction objectif réalisable au moyen d'inégalités linéaires, appelées coupes. De telles procédures sont couramment utilisées pour trouver des solutions entières à des problèmes de programmation linéaire mixte (MILP), ainsi que pour résoudre des problèmes d'optimisation convexes généraux, qui ne sont pas nécessairement différentiables. L'utilisation de plans de coupe pour résoudre MILP a été introduite par Ralph E. Gomory.
Couper des méthodes de plan pour le travail MILP en résolvant un programme linéaire non entier, la relaxation linéaire du programme entier donné. La théorie de la programmation linéaire stipule que sous des hypothèses douces (si le programme linéaire a une solution

optimale, et si la région possible ne contient pas de ligne), on peut toujours trouver un point extrême ou un point de coin qui est optimal. L'optimum obtenu est testé pour être une solution entière. Si ce n'est pas le cas, il existe une inégalité linéaire qui sépare l'optimum de la coque convexe du véritable ensemble réalisable. Trouver une telle inégalité est le problème de la séparation, et une telle inégalité est une coupure. Une coupe peut être ajoutée au programme linéaire relaxé. Ensuite, la solution non entière actuelle n'est plus réalisable à la relaxation. Ce processus est répété jusqu'à ce qu'une solution entière optimale soit trouvée.

Les méthodes de plan de coupe pour l'optimisation continue convexe générale et les variantes sont connues sous divers noms : la méthode de Kelley, la méthode de Kelley-Cheney-Goldstein et les méthodes de faisceau. Ils sont couramment utilisés pour la minimisation convexe non différentiable, où une fonction d'objectif convexe et son sous gradient peuvent être évaluée efficacement, mais les méthodes de gradient habituelles pour l'optimisation différentiable ne peuvent pas être utilisées. Cette situation est typique de la maximisation concave des fonctions doubles lagrangiennes. Une autre situation courante est l'application de la décomposition de Dantzig-Wolfe à un problème d'optimisation structuré dans lequel des formulations avec un nombre exponentiel de variables sont obtenues. La génération de ces variables à la demande au moyen d'une génération de colonne retardée est identique à l'exécution d'un plan de coupe sur le problème double respectif.

3.2.4 Génération de Colonnes

La génération de colonnes ou la génération de colonnes retardées est un algorithme efficace pour résoudre des programmes linéaires plus importants.

L'idée générale est que de nombreux programmes linéaires sont trop grands pour considérer explicitement toutes les variables. Comme la plupart des variables ne sont pas fondamentales et supposent une valeur nulle dans la solution optimale, seul un sous-ensemble de variables doit être considéré en théorie pour résoudre le problème. La génération de colonnes exploite cette idée pour générer uniquement les variables qui ont le potentiel d'améliorer la fonction objective, c'est-à-dire de trouver des variables avec un coût réduit négatif (en supposant sans perte de généralité que le problème est un problème de minimisation).

Le problème à résoudre est en deux étapes : le problème principal et le sous problème. Le problème principal est le problème original avec seulement un sous-ensemble de variables considérées. Un nouveau problème est sous problème créé pour identifier une nouvelle variable. La fonction objective du sous-problème est le coût réduit de la nouvelle variable par rapport aux variables duelles actuelles, et les contraintes exigent que la variable obéisse aux contraintes naturelles.

La méthodologie est la suivante. Le problème principal est résolu : à partir de cette solution, nous sommes en mesure d'obtenir des prix doubles pour chacune des contraintes du problème principal. Nous utilisons les données dans le sous problème. Le sous problème est résolu. Si la valeur objective du sous problème est négative, une variable à coût réduit négatif a été identifiée. Cette variable est ensuite ajoutée au problème principal et le problème principal est résolu de nouveau. La résolution du problème principal génère un nouvel ensemble de valeurs doubles et le processus est répété jusqu'à ce qu'aucune variable de coût réduit négatif ne soit identifiée. Le sous problème renvoie une solution avec un coût réduit non négatif, nous pouvons conclure que la solution au problème principal est optimale.

Dans de nombreux cas, cela permet de résoudre de grands programmes linéaires considérés auparavant comme intraitables. L'exemple classique d'un problème où il est utilisé avec succès est le problème du stock de coupe. Une technique particulière en programmation linéaire qui utilise ce type d'approche est l'algorithme de décomposition de Dantzig-Wolfe. De plus, la génération de colonnes a été appliquée à de nombreux problèmes tels que l'ordonnancement de l'équipage, le routage des véhicules et le problème de p-médian capacité.

3.2.5 Méthode du simplex des problèmes des variables bornées

Nous proposons une adaptation du Simplex à des problèmes de variables linéaires spécifiques $(PLVB)$. Tout d'abord, nous présentons les principes de base de l'approche. Ce qui nous permet de fournir les détails de la méthode et de l'algorithme comme suit :[42].

Principe de base

La méthode du simplexe de ces problèmes ignore initialement les bornnes supérieures, en conséquence, le problème est considéré sans bornes (PSB).

$$\begin{cases} \max z = c^t x \\ AX \leq S = b \\ \quad x \geq 0 \end{cases}$$

Les différentes étapes de la méthode du simplexe que nous utilisons pour résoudre ainsi que l'étape de la variable réentrante X_r. Toute la différence réside, en fait, au niveau des étapes de la variable sortante dans le cas de ces problèmes, nous devons respecter les points suivants :

1. les variables $X = (X_i)$ doivent être positives.
2. .La variable rentrant X_r est de borne supérieure U_r.
3. Les bornes supérieures d'autres variables.

Une méthode du simplexe de problèmes linéaires correspond aux variables restreintes avec la méthode du simplexe habituelle. À la fin de chaque répétition, nous devons prendre en compte les contraintes de bornes des variables contenants des conditions supplémentaires en 2 et 3

La condition habituelle pour le moyen simple de choisir la variable sortante est respect des positifs des variables X_i . En considérant (a_{ij}) comme la matrice des contraintes, autres que celles de bornes, cette condition consiste à sélectionner la variable sortante X_s de telle sorte.$X_r \leq \theta_1 = \min\{(b_i/a_{ir}); a_{ir} \succ 0\} = (b_s/a_{sr})$.

La deuxième condition sur la variable entrant $X_r \leq U_r = \theta_2$.

Le moment où la variable est renvoyée à la variable principale entrée dans la dernière condition d'annulation des coefficients d'air non axiaux. Cela implique $X_i - a_{ir}X_r \leq U_i; \forall i$.

Si $a_{ir} \succ 0$, cette relation est toujours satisfaite car les variables de base vérifient X_i. Dans ce cas le fait de retrancher au terme de droite une valeur positive ne détruit pas l'inégalité.

Si, $a_{ir} < 0$, donc cette relation n'est pas satisfaite.Pour qu'elle le soit, il faut que $X_r \leq \theta_3 = \min_i\{(x_i - u_i)/a_{ir}; a_{ir} \prec 0\}$;atteindre les trois conditions l'impose.$X_r = \theta = min\{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}$

Si $\theta = \theta_1$ L'algorithme agit alors comme la méthode du simplexe.

Si $\theta = \theta_2$ La borne supérieure empêche la variable d'entrer.

On change la variable $Y_r = U_r - X_r$; et laissons la solution de base non modifiée. En conséquence, la variable Y_r reste hors base. Ainsi nous avons $Y_r = 0$et $X_r = U_r$.

Si $\theta = \theta_3$ a la variable sortante X_s; nous le fournissons par :$\theta_3 = \min\{(x_i - u_i)/a_{ir}); a_{ir} \prec 0\} = (x_s - u_s)/a_{sr}$.

La borne supérieure empêche la variable X_r de rentrer. Donc on change la variable $Y_s = U_s - X_s$; ensuite, nous faisons rentrer X_r dans la base[42].

Algorithme du simplex des problèmes des variables bornées

les différentes étapes de l'algorithme.

Procédure de résolution des problèmes des variables bornées

Étape **1 - Initialisation**

La solution initiale.$X_B = b$ et $X_N = 0$

Étape **2 - Critère d'optimalité**

Déterminer min $\widehat{C_i} = \widehat{Cr}$.

Si $\widehat{Cr}$ $\geq$0 alors Fin. Solution optimale.

Sinon on continue.

Étape **3 -**

Variable rentrante

X_r associée à $\widehat{Cr}$ rentrait dans la base.

Étape **4 -**

Variable sortante

Déterminer $\theta_1 = \min_i \{(b_s/a_{ir})\} = (b_s/a_{sr})$;

Poser $\theta_2 = U_r$; et évaluer $\theta_3 = \min_i \{(x_i - u_i)/a_{ir}); a_{ir} \prec 0\}$;finalement, nous obtenons.

$X_r = \theta = min\{\theta_1, \theta_2, \theta_3\}$

1. Si $\theta = \theta_1$ alors X_s sort de la base. Aller étape 5.

2. Si $\theta = \theta_2$ posé $Y_r = U_r - X_r$ et retour étape 2.

3. Si $\theta = \theta_3$ posé $Ys = U_s - X_s$. Début étape 4.

Étape **5 - Opération Pivotage**

Le Pivot est $p = a_{S,r}$;est toujours strictement positif. Effectuer comme dans la méthode du simplexe l'opération Pivot.

Sélectionnez la nouvelle solution X_B. Retour à 2^{eme}.

3.2.6 Cas particuliers

Nous traitons dans cette section, des situations spéciales lorsqu'on applique la méthode du simplexe où il ya :

1. domaine vide

2. Solution infinie.

3. solution alternative.

Domaine vide

Dans la logique du premier ordre, le domaine vide est l'ensemble vide n'ayant aucun membre. Dans la logique traditionnelle et classique, les domaines ne sont pas vides de façon restreinte afin que certains théorèmes soient valides, nous acceptons le problème comme une solution viable. Cette situation se produit dans des problèmes linéaires où il n'y a pas que des restrictions faibles sur l'inégalité. Sinon, la solution initiale avec les seules variables de différence sera efficace et réalisable. Nous révélons cette situation lorsque nous rencontrons des problèmes nécessitant des variables artificielles.

Dans la méthode du grand M, Nous assignons la solution optimale avec au moins une variable artificielle dans la base de données. L'égalité ne peut être atteinte. Nous ne supprimons pas la variable industrielle.

Lorsque nous utilisons la méthode en deux étapes, nous terminons la première étape sans entrer la variable artificielle de la base, c'est-à-dire que nous complétons cette étape sans que les variables industrielles totales soient nulles[42].

Solution infinie

Lorsque la solution n'est pas infinie, la solution est un domaine non borné ce mode apparaît comme suit : lors de l'itération, tous les coefficients de vecteur de colonne associé à une variable X_r sont non positifs i. e $\widehat{a_{ir}} \leq 0, \forall i = 1, ..., m$. Peu importe sa valeur $X_r \geq 0$, il n'y a pas de candidat pour devenir un pivot, les contraintes $\widehat{a_{ir}} x_r \leq 0$. Ainsi la variable X_r est illimitée car $\widehat{a_{ir}} x_r \leq 0$ et bi $\geq$0. La solution du problème de maximisation est max $Z = +\infty$. Il existe au moins une variable pour le problème non borné supérieurement.

Notons que si le problème de mimisation, la solution est suivante :

min $Z = -\infty$. 0 est le minimum pour toutes les variables[42].

Solution alternative

Si la solution optimale est une solution alternative, certaines variables non essentielles ont des coûts bas.
Étudiez ces variables dans la base de données pour toutes les autres solutions optimales. Comme leurs coûts réduits sont nuls, la ligne de paramètre reste inchangée lorsqu'elle est entrée dans la base. Par conséquent, la valeur de la fonction cible n'est pas modifiée.L'ensemble de solutions suivantes est un ensemble convexe de solutions trouvées. Dans le cas de deux solutions idéales courtes, l'ensemble de solutions est la partie de la ligne située entre ces deux points restreints. Dans le cas de trois solutions idéales, l'ensemble de solutions est un visage tridimensionnel à multiples facettes[42].

3.2.7 Méthode du simplex révisée d'une programmation linéaire

En optimisation mathématique, la méthode du simple révisée est une version de la méthode du simple de programmation linéaire de George Dantzig. Mais son application varie. Au lieu de conserver une table qui représente clairement les contraintes définies pour un ensemble de variables clés, elle conserve une matrice de contraintes. L'approche basée sur la matrice offre une efficacité de calcul accrue en permettant des opérations matricielles rares.

Algorithme de la méthode du simplexe révisée

Formulation du problème Comme la méthode du simplexe révisé est surtout bénéfique ficiaire pour les gros problèmes de LP, il sera discuté dans le contexte de la notation matricielle.La notation matricielle du problème LP ci-dessus peut être exprimée comme suit :

$$\begin{cases} min\ c^t x \\ AX = b \\ x \geq 0 \end{cases}$$

$A \in \mathbb{R}^{n*m}$Supposons que la matrice A ait un rang complet et que le problème soit possible ; si le problème n'est pas applicable. Cela peut être traité de manière décisive.

Description algorithmique

Conditions d'optimalité Pour des performances optimales, les conditions de Karoch-Kohn-Tucker sont nécessaires et suffisantes pour résoudre le problème de la programmation linéaire dans le modèle standard et sont.

$$\begin{cases} AX = b \\ A^t\lambda + s = c \\ x \geq 0 \\ s \geq 0 \\ S^t X = 0 \end{cases}$$

λ et s sont des multiplicateurs de Lagrange associés aux constantes $AX = b\ et\ x \geq 0$ respectivement. La dernière condition, qui équivaut à $s_i x_i = 0$ pour tous 1$\leq\ i\ \leq n$ est appelé la condition complémentaire.

Selon ce que l'on appelle parfois le théorème fondamental de la programmation linéaire, un sommet x du polytope réalisable peut être identifié en étant une base de A d'Achoisie dans les colonnes de celle-ci. $[A]$.Étant donné qui A a un rang complet, B est non singulier. Sans perte de généralité, supposons qui $A = [BN]$. x donné par

$$x = \begin{bmatrix} x_B \\ x_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B^{-1}b \\ 0 \end{bmatrix}$$

$x_B \geq 0$ partitionnez c et s en conséquence dans

$$c = \begin{bmatrix} c_B \\ c_N \end{bmatrix}$$

$$s = \begin{bmatrix} s_B \\ s_N \end{bmatrix}$$

Pour satisfaire la condition complémentaire, laissez x_B=0. Il s'ensuit que

$$B^t\lambda = c_B$$

$$N^t\lambda + s_N = c_N$$

implique que

$$\lambda = (B^T)^{-1}c_B$$

$$S_N = c_N - N^T\lambda$$

Si $s_N \geq 0$ à ce stade, les conditions KKT remplies et x est donc optimal.

Opération de pivot Si les conditions KK sont violées, une opération de pivotement consistant à introduire une colonne de N dans la base au détriment d'une colonne existant dans B est effectuée. En l'absence de dégénérescence, une opération pivot entraîne toujours une diminution stricte de c^Tx. Par conséquent, si le problème est limité, la méthode du simplexe révisée doit se terminer sur un sommet optimal après des opérations de pivot répétées car il n'y a qu'un nombre fini de sommets.

Sélectionnez un index $m \prec q \leq n$ tel que $s_q \prec 0$ comme index entrant. La colonne correspondante de A, A_q, sera déplacée dans la base, et x_q sera autorisée à augmenter à partir de zéro.

$\frac{\partial c^T x}{\partial x_q} = s_q$ chaque augmentation d'unité de x_q entraîne une diminution de $-s_q$ de $c^T x$[37].Depuis $Bx_B - A_q x_q = b, x_B$ doit être diminué en conséquence de $\Delta x_B + B^{-1} A_q x_q$ sous réserve de$x_B - \Delta x_B \geq 0$. Soit d + $B^{-1}A_q$. Si d ≤ 0, quelle que soit l'augmentation de x_q, x_B - Δx_B restera non négatif. Par conséquent, $c^T x$ peut être réduit arbitrairement et le problème n'est donc pas limité. Sinon, sélectionnez un index $_P = argmin 1 \leq i \leq m\{x_i/d_i | d_i \succ 0\}$ comme index partant. Ce choix augmente effectivement x_q de zéro jusqu'à ce que x_p soit réduit à zéro tout en maintenant la faisabilité. L'opération pivot se termine par le remplacement de A_p par A_q dans la base.

3.3 Conclusion

Nous présentons des méthodes différentes de résoudre des problèmes linéaires, en particulier, nous avons passé au peigne fin la méthode du simplex et présenté ses nombreux avantages par rapport aux autres méthodes qui existaient auparavant. Nous avons fourni une méthode simple révisée. Cette nouvelle approche manipule les matrices et évite de nombreux calculs inutiles par la méthode du simplexe actuelle.

Chapitre 4

Modèles de transport

4.1 La programmation linéaire pour résoudre le problème du transport

4.1.1 introduction

Le problème du transport est l'un des problèmes fondamentaux du problème du flux réseau lequel est habituellement utilisé pour minimiser le coût de transport pour les industries avec le nombre de sources et le nombre de destinations tout en satisfaisant la limite d'offre et la demande requièrent. problème du transport ; tout d'abord présenté par FLHitchcock[28] ; dans son article, La distribution d'un produit à partir de plusieurs sources, de nombreuses localités. Et après cela présentant par T. C. Koopmans dans son document historique ; optimum utilisation du système de transport ... ;ces deux contributeurs ont contribué à développer des problèmes du transport en plusieurs étapes, problème de transport avec un seul objectif différent pour réduire au minimum la durée de transport a été étudié par de nombreux chercheurs comme Sharma et Swarup, Seshan et Tikekar, Prakash, Papmanthou, et Sonia, et al[58]. Ont étudié le problème du transport. Surapati et Roy, Wahead et Lee ; et Zangibadi et Maleki[69] ; ont présenté une approche de programmation de but floue pour déterminer une solution optimale pour le problème des transports multiobjectifs, etc.

Dans ce chapitre, nous formulons le problème du transport sous forme d'un problème de programmation linéaire et nous essayons de résoudre ce problème par la méthode du simplexe révisé, méthode des deux phases ; méthode du grand M, Méthode du point intérieur. Ils sont tous procédés utilisés pour résoudre les problèmes de programmation linéaire. Nous avons utilisé Logiciel Matlab pour résoudre par toutes ces méthodes ; à la fin de chaque étape ; notez la valeur de la solution obtenue[15].

4.2 Formulation du problème de transport sous forme d'une programmation linéaire

m origines et n destinations données, le problème du transport peuvent être formulés en tant que modèle de problème de programmation linéaire suivante :

$$\min \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} C_{ij} X_{ij}$$

sc :

$$\left\{ \begin{array}{c} \displaystyle\sum_{i=1}^{m} X_{ij} \leq a_i \text{ i=1,...m} \\ \displaystyle\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \geq b_j \text{ j=1,...n} \\ X_{ij} \geq 0 \end{array} \right\}$$

Pour tout i et j ; où X_{ij} est la quantité d'unités de livrées d'origine i à destination j et c_{ij} est le coût d'expédition d'une unité d'origine i à destination j, le montant de l'offre à l'origine est a_i et la quantité de destination j est b_j. L'objectif est de déterminer le x_{ij}

inconnu qui est le coût total du transport tout en satisfaisant toutes les contraintes de l'offre et de la demande.

4.3 Problématique de recherche

Nous somme devant un problème NP- complet et NP- difficiles , la gestion des schedulings paraît de prime à bord facile à résoudre. Néanmoins les nombres de contraintes globales globales (softs et durs) qui interviennent sont très nombreuses et très difficiles voire impossibles à satisfaire. Nous prenons un problème de distribution des dattes en Algérie (850.000 tonnes annuellement) que elle a besoin d'organiser le processus dans ce contexte ; trouver une solution contre la contrebande et à éliminer le fraude ; nous avons proposé que le problème est le stockage du produit et le transport par des phases où ils sont dirigés à exporter vers l'Europe et certains pays d'Asie et de la commercialisation intérieure, vous avez peut de construire un modèle sous forme mathématique (Modélisation du problème de scheduling sous forme mathématique basée sur la technique de programmation linéaire) et le résoudre ; enfin transféré les dattes par un coût plus baissé.

Lorsqu'il a été estimé la quantité requise par l'exposition à Skikda, est de 200.000 tonnes.

TAB. 4.1 – Tableau des coûts .

	Grenier de M'sila	Grenierde Elaalma	Exposition de Skikda
Grenier de ouargla	33600	34800	....
Grenier de Biskra	11220	14700	....
Grenier de M'sila	......	....	10860
Grenier de Elaalma	....	....	19620

Tableau des coûts de transport mesuré en dinars par tonne.

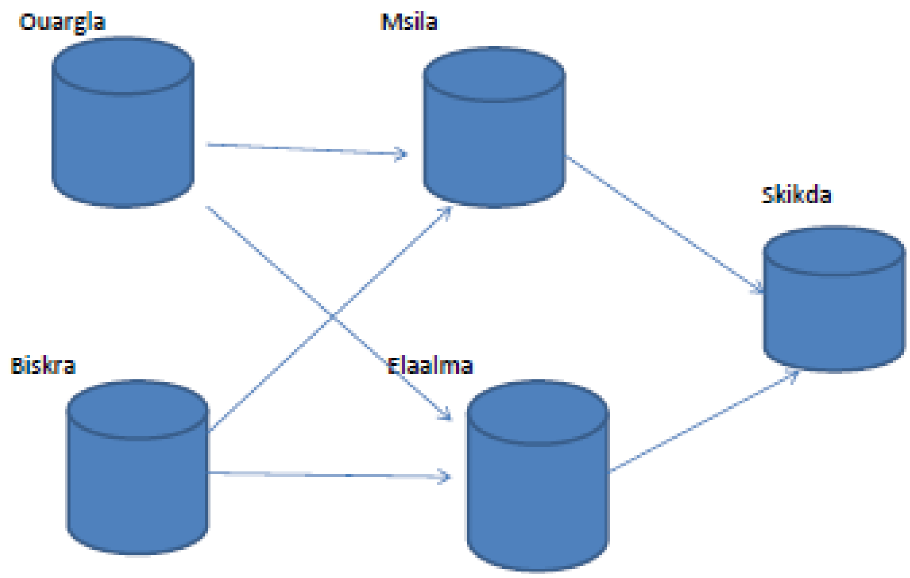

FIG. 4.1 – Plan de distribution d'entrepôt

TAB. 4.2 – Tableau des quantités

	Grenier de M'sila	Grenier de Elaalma	exposition de Skikda
Grenier de ouargla	195000	195000	....
Grenier de Biskra	500000	500000	....
Grenier de M'sila	......	....	200000
Grenier de Elaalma	....	....	200000

4.4 Le modèle mathématique au problème du transport

Définition des variables Pour formuler le modèle mathématique les variables doivent être définies :

$X_{om} = X_1$ indiquer le nombre de tonnes transmises d'Ouargla à Msila.

$X_{oe} = X_2$ indiquer le nombre de tonnes transmises d'Ouargla à E'laalma.

$X_{Bm} = X_3$ indiquer le nombre de tonnes transmises de Biskra à M'sila.

$X_{BE} = X_4$ indiquer le nombre de tonnes transmises de Biskra à E'laalma.

$X_{ms} = X_5$ indiquer le nombre de tonnes transmises de M'sila à Skikda..

$X_{es} = X_6$ indiquer le nombre de tonnes transmises d'E'laalma à Skikda.

$\min Z = 33600x_1 + 34800x_2 + 11220x_3 + 14700x_4 + 19620x_5 + 10860\mathrm{x}_6$

sc :

$$\begin{cases} X_1 + x_2 = 195000.00 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1) \\ X_4 + x_3 = 500.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2) \\ X_1 + x_3 - x_5 \geq 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3) \\ X_2 + x_4 - x_6 \geq 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4) \\ X_5 + x_6 = 200.000.00 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5) \\ X_1 \leq 195.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6) \\ X_2 \leq 200.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7) \\ X_3 \leq 195.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(8) \\ X_4 \leq 500.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(9) \\ X_5 \leq 500.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(10) \\ X_6 \leq 200.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(11) \end{cases}$$

On transforme le programme linéaire suivant sous forme standard.

$\min Z = 33600x_1 + 34800x_2 + 11220x_3 + 14700x_4 + 19620\mathrm{x}_5 + 10860\,\mathrm{x}_6 + 0\mathrm{s}_1 + 0\mathrm{s}_2 + 0\mathrm{s}_3 + 0\mathrm{s}_4 + 0\mathrm{s}_5 + 0\mathrm{s}_6$

$+0\mathrm{t}_1 + 0\mathrm{t}_2 + 0\mathrm{t}_3$

sc :

$$\begin{cases} X_1 + x_3 + t_1 = 195000.00 \ldots\ldots\ldots\ldots(1) \\ X_4 + x_5 + t_2 = 500.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2) \\ X_1 + x_4 - x_2 + s_7 = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3) \\ X_3 + x_5 - x_6 + s_8 = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4) \\ X_2 + x_6 + t_3 = 200000.00 \ldots\ldots\ldots\ldots(5) \\ X_1 + s_1 = 195.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6) \\ X_2 + s_2 = 20.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7) \\ X_3 + s_3 = 195.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(8) \\ X_4 + s_4 = 500.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(9) \\ X_5 + s_5 = 500.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(10) \\ X_6 + s_6 = 20.000 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(11) \end{cases}$$

4.4.1 Les étapes du simplex.

4.5 Résolution du problème

Cette section démontrera, l'utilisation du programme MATLAB pour résoudre le problème et trouver le coût du transport optimal, la première étape et d'organiser la feuille de calcul pour représenter le modèle, l'étape suivante consiste à utiliser la solution ; nous devons identifier les emplacements (cellules) de la fonction objective, variables de décision, la nature de la fonction objective (minimisation) (Utilisez la fonction " linprog "pour trouver la solution) ; à chaque étape.

La commande (linprog) à partir de la boîte à outils d'optimisation met en oeuvre, l'algorithme du simplexe révisé, méthode du grand M, méthode des deux phases, la méthode du point intérieur pour résoudre un problème de programmation linéaire sous forme standard, maintenant nous somme prêts à résoudre le problème ; nous avons créé des vecteurs et des matrices.

```
>>A=[1 -1 0 1 0 0 ;0 0 1 0 1 -1] ;
```

Tab. 4.3 – Premier tableau du simplex

C		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V		S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	T_1	T_2	T_3	Z=0
Q		195000.	200.000	195.000	500.000	500.000	200.000	00.00	00.00	195000	500.000	200.000	33600
33600	x_1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	34800
34800	x_2	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	11220
11220	x_3	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	14700
14700	x_4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	10860
10860	x_5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	19620
19620	x_6	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	1	0
0	S_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	S_2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	S_3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	S_4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	S_5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	S_6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	S_7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	S_8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	T_1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	T_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	T_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

f=[33600 34800 11220 14700 10860 19620] ;

b=[0 0] ;

l = [0 0 0 0 0 0] ;

Aeq = [1 0 1 0 0 0 ;0 0 0 1 1 0 ;0 1 0 0 0 1] ;

beq = [195000 500000 200000] ;

u=[195000 200000 195000 500000 500000 200000] ;

>> x = linprog(f ,A, b, Aeq, beq, l, u)

Sortie : Un ou plusieurs des résidus, écart de dualité ou erreur relative totale a augmenté 100 000 fois plus que sa valeur minimale jusqu'à présent :

le primal semble être infaisable (et le dual non borné).

(Le double résiduel.< TolFun=1.00e-008.)

x =

1.0e+005 *

0.7208

0.8543

1.8397

3.1038

1.8962

2.0951

Z = 1.8017e+005 (DA).

TAB. 4.4 – Tableau des quantités

	grenier de M'sila	grenier d'El eualma	Exposition de Skikda
grenier d'ouargla	1.0e+005 *0.7208	1.0e+005 *0.8543	...
grenier de Biskra	1.0e+005 *1.8397	1.0e+005 *3.1038	...
grenier de Misila	...	...	1.0e+005 *1.8962
grenier d'El eualma	...	...	1.0e+005 *2.0951

- Tableau des quantités qui doivent être respectés pour le transfert entre le magasin et l'exposition.

Après l'utilisation du logiciel sur la programmation linéaire et la résoulution de problème du transport, nous obtenons la solution optimale de notre problème du transport ce qui représente la meilleure valeur de coût pour la société nationale des dattes ,les résultats présentés dans le tableau suivant :

TAB. 4.5 – Tableau des résultats

$\frac{\textit{Nom des}}{\textit{méthodes}}$	Contraintes	Solution optimale
$\frac{\textit{Méthode}}{\textit{p.intérieur}}$	$x_1 = 1.0e + 005 * 0.7208$ $x_2 = 1.0e + 005 * 0.8543$ $x_3 = 1.0e + 005 * 1.8397$ $x_4 = 1.0e + 005 * 3.1038$ $x_5 = 1.0e + 005 * 1.8962$ $x_6 = 1.0e + 005 * 2.095$	Z = 1.8017e+005 (DA)
$\frac{\textit{Méthode}}{\textit{grand M}}$	$x_1 = 1.0e + 005 * 0.7208$ $x_2 = 1.0e + 005 * 0.8543$ $x_3 = 1.0e + 005 * 1.8397$ $x_4 = 1.0e + 005 * 3.1038$ $x_5 = 1.0e + 005 * 1.8962$ $x_6 = 1.0e + 005 * 2.095$	Z = 1.8017e+005 (DA)
$\frac{\textit{Méthode}}{\textit{deux phase}}$	$x_1 = 1.0e + 005 * 0.7208$ $x_2 = 1.0e + 005 * 0.8543$ $x_3 = 1.0e + 005 * 1.8397$ $x_4 = 1.0e + 005 * 3.1038$ $x_5 = 1.0e + 005 * 1.8962$ $x_6 = 1.0e + 005 * 2.095$	Z = 1.8017e+005 (DA)
$\frac{\textit{Méthode}}{\textit{S .révisée}}$	$x_1 = 1.0e + 005 * 0.7208$ $x_2 = 1.0e + 005 * 0.8543$ $x_3 = 1.0e + 005 * 1.8397$ $x_4 = 1.0e + 005 * 3.1038$ $x_5 = 1.0e + 005 * 1.8962$ $x_6 = 1.0e + 005 * 2.095$	Z = 1.8017e+005 (DA)

4.6 Résolution du problème de transport par la programmation linéaire binaire

4.6.1 Introduction

Les institutions productives algériennes sont confrontées à de nombreux problèmes dans la distribution de leurs produits dans cette partie nous allons étudier un vrai problème (problèmes pour le bureau national de distribution des dattes en Algérie), nous avons proposé une solution pour mettre fin au problème mentionné ci-dessus, la solution consiste à créer deux centres pour la collecte des dattes, deux entrepôts et un centre d'exportation, nous avons déjà réussi à trouver une solution en utilisant la programmation linéaire en nombre entier, dans cette partie ; nous utiliserons la programmation linéaire binaire, dans notre façon de décider, la méthode de solution j'ai utilisé la méthode du simplex et la méthode du point intérieure. En fin de compte, nous comparons les résultats et on utilisant le programme matlab est pour mettre en œuvre la technique proposée[16].

4.7 Section théoricienne

Définitions

Optimisation en nombres entiers

Un problème d'amélioration d'entier est un problème d'amélioration où toutes les variables doivent prendre uniquement des valeurs entières..

- Variables discrètes : nombre d'éléments à surveiller, nombre d'actions à appliquer, etc.
- Combien de vélos seront installés sur le campus.
- Nombre de personnes qui seront nommées à l'atelier de construction.
- Variables binaires à deux faces oui ou non : (0/1), allumer/éteindre, etc.
- Utiliser la voiture ou pas.
- Construction du pont ou pas.
- Utilisez la climatisation ou non.

  Mobilité :
- Variable binaire : Nous achetons une voiture ou non.
- Variable continue : le kilométrage que nous faisons.

  Energie :
- variable binaire : installer une autre chaudière électricité/gaz.
- Variable continue : quantité de l'eau utilisée[41].
- **Problème d'optimisation linéaire en nombres entiers**

$$\left\{ \begin{array}{c} \min\limits_{x \epsilon R^n} c^t x \\ sous\ contraintes \qquad x \succeq 0 \\ x \in N \end{array} \right. \tag{4.1}$$

- **Problème d'optimisation linéaire binaire**

$$\begin{cases} \min\limits_{x \epsilon R^n} c^t x \\ sous\ contraintes \quad x \succeq 0 \\ x \in \{0,1\} \end{cases} \tag{4.2}$$

Méthodes intuitives immédiates :

– négliger certaines contraintes de l'exhaustivité.

– Résoudre le problème linéaire.

– Si la solution est incomplète, proche de l'entier le plus proche[41].

4.8 Section appliquée

TAB. 4.6 – Tableau des coûts

	centres Misila	centres El eualma	exposition Skikda
magasins de ouargla	33600	34800	
magasins Biskra	11220	14700	
magasins MisilaStore			19620
magasins El eualma			10860

Tableau représente les coûts de transport mesurés en dinars par tonne du magasin i au magasin j.

TAB. 4.7 – Tableau des quantités

	centres Misila	centresel Eualma	exposition Skikda
magasins ouargla	195.000	195.000	
magasins Biskra	500.000	500.000	
magasins Misila			200.000
magasins El eualma			200.000

Tableau montre les quantités qui doivent être respectées pour le transfert entre le magasin et l'exposition.

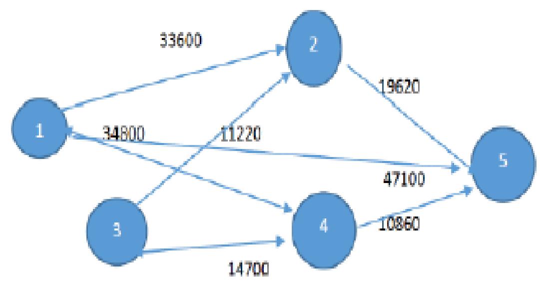

FIG. 4.2 – Réseau de distribution

4.8.1 Le modèle mathématique du problème du transport

Définition des variables

nous mettons les numéros des magasins comme suit :

Ourgla numéro 1.

msila numéro 2.

Biskra numéro 3.

Elaalma numéro 4.

Skikda numéro de magasin 5.

nous obtenons sur le planificateur suivant :

Pour formuler un modèle mathématique les variables doivent être définies comme suit :

la voie Ouargla m'sila x_{om}=x_1..

la voie Ouargla Eleualma x_{oe} =x_2

la voie Biskra m'sila x_{bm} =x_3.

la voie e Biskra Eleualma x_{be} =x_4.

la voie m'sila Skikda xms =x_5.

la voie Eleualma Skikda x_{es} =x_6.

la voie Ouargla Skikda x_{os} = x_7.

Problème de minimisation

Trouver la valeur minimale de la function objective Z.

Minimisation $Z = 33600x_1+34800x_2+11220x_3+14700x_4+19620x_5+10860x_6+47100x_7$

Constraints

$x_1+x_2 = 1$..........(1)

$x_3+x_4 = 1$..........(2)

$x_5+x_7 = 1$..........(3)

$x_5+x_6 = 1$..........(4)

$x_i \in \{0,1\}$ ....(5)

4.8.2 Résolution du problème

Après avoir résolu le problème, j'ai trouvé ;

Résultat

TAB. 4.8 – Tableau des résultats

$x_1 = 0$	$x_2 = 0$	$x_3 = 1$	$x_4 = 0$
$x_5 = 0$	$x_6 = 1$	$x_7 = 1$	$fval$ =6.9180e+004

Le chemin préféré est :

$x_{bm} \mapsto x_{es} \longrightarrow x_{os}$

Comparaison Dans ce chapitre, nous avons utilisé la modélisation mathématique par la programmation linéaire binaire (IPB), nous avons utilisé la méthode du simplex révisé et la méthode du point intérieur, notre étude couvre toutes sortes de problèmes ce à quoi nous sommes confrontés, nous avons découvert que la résolution du problème par la méthode du simplex révisé est plus efficace que la résolution des problèmes de transport par la méthode du point intérieur, ainsi la méthode du simplex révisé, est généralement la meilleure pour les problèmes à grande de taille.

4.9 Conclusion

Nous trouvons la meilleure solution ; cela se reflète dans le problème du transport qui s'est développé dans le problème de la programmation linéaire et dans l'application des méthodes de discussion dans cette section, qui a donné la même solution optimale que celle montrée dans le tableau (4. 5), la méthode du simplex révisée est meilleure par rapport au point intérieur parce que la méthode du Simplex révisée a nombre d'itérations plus baissées que les autres.

Chapitre 5

Planification d'un problème du transport à cinq indices

5.1 Introduction

Ce chapitre propose une nouvelle formulation pour un modèle de planification globale des opérations de transport routier des marchandises à cinq indicateurs $(TP5I)$; J'ai proposé le cinquième indicateur pour la période, car les dattes sont des fruits trimestriels, ont apporté une solution au problème du transfert des dattes. Le modèle proposé est formulé de façon à représenter au niveau de la fonction objective les coûts de transport inter cité et de manutention ainsi que les coûts de pénalité associés à un temps de service au-delà de la norme exigée, à l'utilisation d'itinéraires peu fiables et à une trop grande utilisation de la capacité des remorques de transport intercité. La définition de ces fonctions de coûts de pénalité tient compte des phénomènes de file d'attente se produisant au niveau des opérations de manutention du fret dans les terminus. l'objectif est trouvé une solution pour obtenir le coût de transport au problème de transport à cinquièmes indicateurs (PT5I : offre et demande et type de marchandises et type de transport) ; comme on obtient le meilleur planning de la distribution. C'est donc au niveau de la fonction objective que s'établissent les compromis visant à obtenir une solution offrant un service rapide et fiable à un coût minimum. Le modèle est complété par un ensemble de contraintes visant à satisfaire la demande. En terminant ce chapitre, on suggère une nouvelle approche pour réduire les coûts[17] ;[66] ;[65] ;[67].

5.2 Définition du problème

5.2.1 Cas d'étude du secteur commercial

Nous voulons savoir comment distribuer les dattes à un coût minimum, le modèle à deux index, traite l'offre et la demande ; dans cette étude, la contrainte des cinq indicateurs imposée sur le type de marchandise et le type de transport (camions), repose sur deux indicateurs traditionnels de l'offre et de la demande et l'équilibre entre eux, l'objectif est de proposer l'attribution de produits en commande afin de vérifier toutes les restrictions les plus baisse possibles.

5.2.2 Formulation du problème

Variables de décision

Le problème décrit sous forme d'un modèle de programmation linéaire (LP) avec les données d'entrée suivantes :

– I nombre des centres.

– J nombre des magasins.

– L nombre des camions..

– K nombre de types des dattes.

– Z coût du transport.

Le problème décrit peut être formulé sous forme d'un modèle de programmation linéaire (LP) avec les données d'entrée suivantes :

– I numérote des centres.

– J nombre des magasins.

– L nombre des camions.

– i l'indice du centre (i = 1 ; ... ; m),

– j l'indice pour les magasins (j = 1 ; ... ; n),

– k l'indice pour le type des dattes (k = 1 ; ... ; q),

– l l'indice pour le type de camion (l = 1 ; ... ; p),

– t l'indice pour la période (t = 1 ; ... ; r),

– x_{ijklt}la quantité des dattes de type k transféré du centre i au magasin j dans le camion l et la période t.

$$\text{MIN}Z{=}\text{MIN} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{q} \sum_{l=1}^{p} \sum_{t=1}^{r} C_{ijklt} X_{ijklt} \tag{5.1}$$

et vérifiez les contraintes :

$$\sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{q} \sum_{l=1}^{p} \sum_{t=1}^{r} X_{ijklt} = \alpha_i \text{I=1....N} \tag{5.2}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{m} \sum_{l=1}^{p} \sum_{t=1}^{r} X_{ijklt}{=}\beta_j \text{ ;J=1...M} \tag{5.3}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \sum_{l=1}^{p} \sum_{t=1}^{r} X_{ijklt} = \gamma_k \text{ ;K=1...Q} \tag{5.4}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{q} \sum_{t=1}^{r} \mathrm{X}_{ijklt}=\delta_l \text{ ;L=1...P} \tag{5.5}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{q} \sum_{l=1}^{p} \mathrm{X}_{ijklt} = \lambda_t \text{ ;T=1...R} \tag{5.6}$$

5.2.3 Modèle mathématique avec un coût minimum

I = 4, J = 3, K = 2, L = 2, T = 2.

i = 1 ; ... ; 4, j = 1 ; ... ; 3, k = 1 ; ... ; 2, l = 1 ; ... ; 2, t = 1 ... 2, les centres ouargla ;Biskra Msila ; El aalma sont numérotés respectivement 1,2,3,4, respectivement.

Les magasins, Msila, El aalma, Skikda sont numérotés respectivement 1,2,3, respectivement.

Les camions (15t) ; (5,5t) ; sont numérotés respectivement1,2,

nombre de qualité des dates ; bonne et moyenne comme suit 1,2, respectivement

TAB. 5.1 – Tableau des quantités transférées

.	M'sila	M'sila	El ealma	El ealma
Période	Période 1	Période 2	Période 1	Période 2
$Ouargla; Type$ $\left\{ \begin{array}{c} (Bonne\ qualité\ t1) \\ (moyenne\ qualité\ t\ 2) \end{array} \right\}$	30.000 100.000	10.000 55.000	30.000 100.000	10.000 55.000
$Biskra; Type$ $\left\{ \begin{array}{c} (Bonne\ qualité\ t1) \\ (moyenne\ qualité\ t\ 2) \end{array} \right\}$	200.000 200.000	50.000 50.000	200.000 200.000	50.000 50.000
$M\prime sila; Type$ $\left\{ \begin{array}{c} Bonne\ qualité\ t1) \\ (moyenne\ qualité\ t\ 2) \end{array} \right\}$	....	......	....	....
$ElealmaType$ $\left\{ \begin{array}{c} Bonne\ qualité\ t1) \\ (moyenne\ qualité\ t\ 2) \end{array} \right\}$	....	......	....	......

TAB. 5.2 – Tableau des quantités

.	Skikda	Skikda
Période	Période t_1	Période t_2
Ou argla ; Type $\left\{ \begin{array}{c} (Bonne\ qualité\ t1) \\ (moyenne\ qualité\ t\ 2) \end{array} \right\}$	....	......
Biskra ; Type $\left\{ \begin{array}{c} (Bonne\ qualité\ t1) \\ (moyenne\ quality\ t\ 2) \end{array} \right\}$	.....	.....
M'sila ;Type $\left\{ \begin{array}{c} (Bonne\ qualité\ t1) \\ (moyenne\ qualité\ t\ 2) \end{array} \right\}$	100.000 40.000	50.000 10.000
El ealma Type $\left\{ \begin{array}{c} (Bonne\ qualité\ t1) \\ (moyenne\ qualité\ t\ 2) \end{array} \right\}$	100.000 40.000	50.000 100.000

Tableau indique les quantités transférées entre les magasins.

TAB. 5.3 – Tableau des coûts

.	M'sila	M'sila	El ealma	El ealma
Période	Période 1	Période 2	Période 1	Période 2
$\dfrac{Ouargla}{\left\{ \begin{array}{c} coût\ de\ camion\ N01(15.t)c1 \\ (coût\ de\ camion\ N02(5.5.t)c2) \end{array} \right\}}$	33600 11200	33600 11200	34800 11600	34800 11600
$Biskra;$ $\left\{ \begin{array}{c} coût\ de\ camion\ N01(15.t)c1 \\ (coût\ de\ camion\ N02(5.5.t)c2) \end{array} \right\}$	11200 3470	11200 3470	14700 4900	14700 4900
$M'sila;$ $\left\{ \begin{array}{c} coût\ de\ camion\ N01(15.t)c1 \\ (coût\ de\ camion\ N02(5.5.t)c2) \end{array} \right\}$	....	......	....	....
$Elealma$ $\left\{ \begin{array}{c} coût\ de\ camion\ N01(15.t)c1 \\ (coût\ de\ camion\ N02(5.5.t)c2) \end{array} \right\}$	....	......	....	......

Tableaux des coûts de transport du magasin i au magasin j.

5.2.4 Définition des variables

– x_{ijklt} la quantité des dattes de type k ; transféré du centre i au magasin j dans le camion l la dans la période t par exemple.

TAB. 5.4 – Tableau représente le coût

.	Skikda	Skikda
Période	Période t_1	Période t_2
Ou argla ; $\left\{ \begin{array}{c} \textit{coût de camion } N01(15.t)c1 \\ (\textit{coût de camion } N02(5.5.t)c2) \end{array} \right\}$	....	......
Biskra ; $\left\{ \begin{array}{c} \textit{coût de camion } N01(15.t)c1 \\ (\textit{coût de camion } N02(5.5.t)c2) \end{array} \right\}$	.....	.....
M'sila ; $\left\{ \begin{array}{c} \textit{coût de camion } N01(15.t)c1 \\ (\textit{coût de camion } N02(5.5.t)c2) \end{array} \right\}$	10860 3620	10860 3620
El ealma $\left\{ \begin{array}{c} \textit{coût de camion } N01(15.t)c1 \\ (\textit{coût de camion } N02(5.5.t)c2) \end{array} \right\}$	19620 6540	19620 6540

- x_{12121} la quantité des dattes du type 1 ; transféré du centre i au magasin 2 dans le camion 2 dans la période 1.
- c_{ijklt} le coût de transport des dattes du type k, transféré du centre i au magasin j dans le camion l dans la période t (coût par unité).

Trouver la valeur minimale de Z.

min $Z=\min(33600x_{11111}+33600x_{11112}+33600x_{11211}+33600x_{11212}+11200x_{11121}+11200x_{11122}+$
$11200x_{11221}+1200x_{11222}+11220x_{21111}+11220x_{21112}+11220x_{21211}+11220x_{21212}+11220x_{21121}+$
$11220x_{21122}+3740x_{21221}+3740x_{21222}+34800x_{12111}+34800x_{12112}+34800x_{12211}+34800x_{12212}+$
$11600x_{12121}+11600x_{12122}+11600x_{12221}+11600x_{12222}+14700x_{22111}+14700x_{22112}+14700x_{22211}+$
$14700x_{22212}+4900x_{22121}+4900x_{22122}+4900x_{22221}+4900x_{22222}+10860x_{33111}+10860x_{33112}+$
$10860x_{33211}+10860x_{33212}+3620x_{33121}+3620x_{33122}+3620x_{33221}+3620x_{33222}+19620x_{43111}+$
$19620x_{43112}+19620x_{43211}+19620x_{43212}+6540x_{43121}+6540x_{43122}+6540x_{43221}+6540x_{43222}$

Sous contrainte :

$x_{11111}+x_{11121}+x_{12111}+x_{12221}=130.000$;

$x_{11112}+x_{11122}+x_{12112}+x_{12122}=50.000$

$x_{21111}+x_{21211}+x_{22111}+x_{22121}=40.000$;

$x_{21112}+x_{21212}+x_{22112}+x_{22122}=100.000$

$x_{11111}+x_{12111}=30.000$; $x_{11112}+x_{12112}=10.000$

$x_{12111} + x_{12121} = 30.000$; $x_{12112} + x_{12122} = 10.000$

$x_{33111}+x_{43111}= 100.000$; $x_{33112}+x_{43112} = 50.000$

$x_{21111}+x_{21111} = 200.000$; $x_{21112}+x_{21112} = 50.000$

$x_{21121}+x_{21221} = 200.000$; $x2112+x_{21222} = 50.000$

$x_{11111} + x_{11121} + x_{21111} + x_{21121} - x_{33111} - x_{33121} = 260.000$;

$x_{11112} + x_{11122} + x_{21112} + x_{21122} - x_{33112} - x_{33122} = 40.000$

$x_{11121} + x_{21121} - x_{43121} = 130.000$; $x_{11122} + x_{21122} - x_{34122} = 10.000$

$x_{11111} + x_{21111} - x_{33111} = 130.000$;$x_{11112} + x_{21112} - x_{33112} = 10.000$

$x_{11211} + x_{21211} - x_{33211} = 260.000$;$x_{11212} + x_{21212} - x_{33212} = 95.000$

$x_{11221} + x_{21221} - x_{33221} = 260.000$;$x_{11222} + x_{21222} - x_{33222} = 95.000$

$x_{12111} + x_{22111} - x_{43111} = 130.000$;$x_{12112} + x_{22112} - x_{43112} = 10 :000$

$x_{12121} + x_{22121} - x_{43121} = 130.000$;$x_{12122} + x_{22122} - x_{43122}= 10.000$

$x_{11211}+ x_{11121} + x_{21211} + x_{21121}- x_{33211} - x_{33221} = 205 :000$

$x_{12111} + x_{12121} + x_{22111} + x_{22121} - x_{43111} - x_{43121} = 130.000$;

$x_{12112} + x_{12122} + x_{22112} + x_{22122} - x_{43112} - x_{43122} = 10.000$

$x_{11111}+x_{11211}+x_{11211}+x_{11221} = 130.000$;$x_{11112}+x_{11212}+x_{11212}+x_{11222} =65.000$

$x_{11111} + x_{11121} = 30.000$;$x_{11112} + x_{11122} = 10.000$

$x_{11211} + x_{11221} = 100.000$; $x_{11212} + x_{11222}= 55.000$

$x_{21111} + x_{21121} = 200.000$; $x_{21112} + x_{21122} =50.000$

$x_{21211} + x_{21221} = 200.000$; $x_{21212} + x_{21222} = 50.000$

$x_{21111}+x_{21121}+x_{21211}+x_{21221} =400+x_{21112}+x_{21122}+x_{21212}+x_{21222} = 100$

$x_{22211} + x_{22221} = 200.000$; $x_{22212} + x_{22222} = 50.000$

$x_{22111} + x_{22121} = 200.000$; $x_{22112} + x_{22122} = 50.000$

$x_{43111} + x_{43121} = 100.000$; $x_{43112} + x_{43122} = 50.000$

$x_{43211} + x_{43221} = 40.000$; $x_{43212} + x_{43222}= 10.000$

$x_{33111} + x_{33121} = 100.000$; $x_{33112} + x_{33122} = 50.000$

$x_{33211} + x_{33221} = 40.000$; $x_{33212} + x_{33222} = 10.000$

$x_{33111} + x_{33121} + x_{33211} + x_{33221} + x_{43111} + x_{43121} + x_{43211} + x_{43221} = 140.000$

$x_{33112} + x_{33122} + x_{33212} + x_{33222} + x_{43112} + x_{43122} + x_{43212} + x_{43222} = 60.000$

Contraintes d'améliorer les services

$x_{11111} + x_{11211} + x_{21111} + x_{21211} \leq 530.000/4$

$x_{11112} + x_{11212} + x_{21112} + x_{21212} \leq 165.000/4$

$x_{12111} + x_{11211} + x_{22111} + x_{22211} \leq 530.000/4$

$x_{12112} + x_{11212} + x_{22112} + x_{22212} \leq 165.000/4$

$x_{33111} + x_{33211} + x_{43111} + x_{43211} \leq 140.000/4$

$x_{33112} + x_{33212} + x_{43112} + x_{43212} \leq 60.000/4$

$0 \leq x_{11111} \leq 300.000$; $0 \leq x_{11112} \leq 10 :000$

$0 \leq x_{11211} \leq 100 :000$; $0 \leq x_{11212} \leq 55 :000$

$0 \leq x_{11121} \leq 30 :000$; $0 \leq x_{11122} \leq 10 :000$

$0 \leq x_{11221} \leq 100000$; $0 \leq x_{11222} \leq 55 :000$

$0 \leq x_{21111} \leq 200000$; $0 \leq x_{21112} \leq 50 :000$

$0 \leq x_{21211} \leq 200.000$; $0 \leq x_{21212} \leq 50 :000$

$0 \leq x_{21121} \leq 200 :000$; $0 \leq x_{21122} \leq 5 :000$

$0 \leq x_{21221} \leq 200 :000$; $0 \leq x_{21222} \leq 50 :000$

$0 \leq x \leq_{12111} \leq 30 :000$; $0 \leq x_{12112} \leq 10 :000$

$0 \leq x_{12211} \leq 100 :000$; $0 \leq x_{12212} \leq 55.000$

$0 \leq x_{12121} \leq 300.000$; $0 \leq x_{12122} \leq 10.000$

$0 \leq x_{12221} \leq 100.000$; $0 \leq x_{12222} \leq 55.000$

$0 \leq x_{22111} \leq 200.000$; $0 \leq x_{22112} \leq 50.000$

$0 \leq x_{22211} \leq 200 :000$; $0 \leq x_{22212} \leq 50.000$

$0 \leq x_{22121} \leq 200 :000$; $0 \leq x_{2212} \leq 50.000$

$0 \leq x_{22221} \leq 200 :000$; $0 \leq x_{22221} \leq 50 :000$

$0 \leq x_{33111} \leq 100 :000$; $0 \leq x_{33112} \leq 50.000$

$0 \leq x_{33121} \leq 100 :000$; $0 \leq x_{33122} \leq 50.00$

$0 \leq x_{33221} \leq 40 :000$; $0 \leq x_{33222} \leq 10.000$

$0 \leq x_{33211} \leq 40 :000$; $0 \leq x_{33212} \leq 10.000$

$0 \leq x_{43111} \leq 40 :000$; $0 \leq x_{43112} \leq 10.000$

$0 \leq x_{43211} \leq 40 :000$;$0 \leq x_{43212} \leq 10.000$

$0 \leq x_{43121} \leq 100 :000$; $0 \leq x_{43122}$ 50.000

$0 \leq x_{43221} \leq 40 :000$; $0 \leq x_{43222} \leq 10.000$

5.2.5 Méthode de résolution

La première phase

Nous choisissons le type de camion en remplissant la condition suivante :

$$\begin{cases} l = 1 \ si \ \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{q} \sum_{l=1}^{p} x_{ijklt} \leq 3b_j/(4*15) \\ \quad l = 2 \ si \text{ non} \end{cases}$$

La deuxième phase

pour résoudre le problème on utilisant le programme MATLAB ; la première étape consiste à organiser la feuille de calcul pour représenter le modèle ; la prochaine étape consiste à utiliser le solveur pour trouver la solution ; dans le solveur, nous devons identifier les emplacements (cellules) de la fonction objective, les variables de décision, la nature de la fonction objective (minimiser) et les contraintes ; nous appliquons toutes les étapes de la méthode du simplex pour trouver la meilleure solution.

[x,fmin] = linprog (f , A, B, Aeq, beq, l, u)

optimisation terminée.

x =

1.0e-014 *

x_{11111} =0.0335

x_{11112}=0.0328

x_{11211}=0.0034

x_{11212}=0.0329

x_{11121}=0.1000

x_{11122}=0.0998

x_{11221}=0.0995

x_{11222}=0.0997

x_{21111}=0.1004

x_{21112}=0.1220

x_{21211}=0.1001

x_{21212}=0.1124

x_{21121}=0.3013

x_{21122}=0

x_{21221}=0.3032

x_{21222}=0

x_{12111}=0.3219

x_{12112}=0.3311

x_{12211}=0.3218

x_{12212}=0.3073

x_{12121}=0.0971

x_{12122}=0.0963

x_{12221}=0.0974

x_{12222}=0.0964

x_{22111}=0.0767

x_{22112}=0.0771

$x_{22211} = 0.0767$

x_{22212}=0.0764

x_{22121}=0.2283

x_{22122}=0.2259

x_{22221}=0.2298

x_{22222}=0

x_{33111}=0.1028

x_{33112}=0.1075

x_{33211}=0.1029

x_{33212}=0.1092

x_{33121}=0.2847

x_{33122}=0.5303

x_{33221}=0.2746

x_{33222}=0.2271

x_{43111}=0.0573

x_{43112}=0.0575

x_{43211}=0.0572

x_{43212}=0.0560

x_{43121}=0.1688

x_{43122}=0.2041

x_{43221} =0.1688

x_{43222}=0.2052

f min =

5.1602e-010

5.2.6 Conclusion

Nous avons présenté une solution aux problèmes de transfert des dattes au coût le plus bas ($PT5I$). Sans traitement précoce de l'angle mathématique appliqué, nous proposons un modèle pour améliorer les difficultés de transport de marchandises, qui profitera ainsi à l'entreprise et au client, à la suite de cette expansion, ce modèle proposé comprendra un cinquième indicateur pour "la période" , parce que le processus de distribution des biens est lié au terme de la demande et de la production. Le modèle mathématique sera efficace et rentable pour l'entreprise. [17].

Conclusion

Nous nous sommes intéressés dans cette thèse à la modélisation des problèmes d'optimisation (problèmes de transport des marchandises) et aux méthodes de résolution.

Le but principal est de concevoir des modèles et de proposer leur solution. Nous avons recherché un bon planning pour distribuer les marchandises au coût le plus bas. Afin de réaliser notre but, nous avons articulé nos recherches en deux phases :

- dans la première phase, nous nous sommes concentrés sur la modélisation des problèmes liés aux dernières technologies en matière d'optimisation et sur les méthodes de résolution suggérées précédemment. Nous avons essayé de rassembler les bases de l'amélioration, de comprendre le rôle de la théorie de la complexité, ce qui permet d'évaluer la complexité du problème. Nous avons ensuite essayé d'aborder quelques problèmes d'optimisation académiques, difficiles à résoudre : leurs principes, leurs formulations, leurs variantes et leurs applications.
- dans la seconde phase, nous avons renforcement la recherche sur les méthodes de résolution existante : leur origine, leurs principes, leurs étapes, leurs avantages, leurs lacunes et leurs applications. Cette étude nous a permis d'acquérir des informations et des connaissances dans notre domaine de recherche qui nous a orientés vers plusieurs axes d'investigation. Et nous a permis d'avoir plusieurs idées que nous avons essayé de réaliser au cours de ces six années de thèse..............

Cette période achevée nous a enrichi de plusieurs expériences à travers lesquelles nous avons pu réaliser quelques idées, mais la recherche n'a plus de limites tant qu'existe la volonté d'optimiser et de découvrir.

Ainsi, nos perspectives sont résumées dans ce qui suit :

- appliquer les modèles proposés sur d'autres problèmes d'optimisation de différents types.
- Appliquer l'algorithme proposé sur le problème commercial.
- Appliquer les notions de base pour faire la modélisation de quelque problème réel.
- Concevoir et développer une plateforme de résolution de problèmes d'optimisation de différentes complexités dans lesquelles nous intégrons nos méthodes et d'autres méthodes existant pour fournir un moyen pédagogique permettant de faciliter la mise en œuvre de différents métas heuristiques et méthodes exactes pour résoudre les problèmes d'optimisation proposés.

Bibliographie

[1] Anthony, R.N. Planning and Control Systems : a Framework for Analysis, Division of Research, Graduate School of Business, Harvard University, Boston, 1965.

[2] Amira Gherboudj, M ethodes de r esolution de probl emes di ciles acad emiques , (2013),http ://www.univ-constantine2.dz/ les/Theses/Informatique/Doctorat/Amira-Gherboudj.pdf.

[3] Ashwin Paranjape, Bob West, Jure Leskovec, Leila Zia : Improving Website Hyperlink Structure Using Server Logs. WSDM'16, February 22–25, 2016.

[4] Alexander Schrijver (1998). Theory of Linear and Integer Programming. John Wiley & Sons. pp. 221–222. ISBN 978-0-471-98232-6.

[5] A. H. Land and A. G. Doig (1960). "An automatic method of solving discrete programming problems". Econometrica. 28 (3). pp. 497–520.

[6] Buffa, E.S. Modern Production Management-Managing the Operations Function, 5e édition, John Wiley & Sons, New York, 1977.

[7] Bowersox, D.T. Logistical Management, Second edition, MacMillan Publishing Co.,New York, 1978.

[8] Burke E. ,kingston j., Jackson k., Weare R., "Automated university Timetabling : the state of the art", the Computer Journal 40 (9) 565-571, 1997.

[9] Benoumelaz Farouk, Abed Samira,The use of linear programming in solving the transportation problem ;IJSER ; may 2016 volume 7 issue 5, pp1581-1586.

[10] Benoumelaz Farouk, Abed Samira ,Solving the problem of transport using binary linear programming with a comparison in the Methods of solution"Journal of Advanced Trendsin Basic and Applied Science Vol.1 , No. 3 , 2017.

[11] Benoumelaz.Farouk , Abed Samira,Kelil Nacer ,Scheduling problem transportation with five indicators . Advanced Modeling and Optimization, 2017,pp.233-251.

[12] Barnhart et al, 2005 C. Barnhart, E. L. Johnson, G. L. Nemhauser, M. W. P. Savelsbergh,and P. H. Vance. Branch-and-price : column generation for solving huge integer programs.Operations Research. Vol. 46, N 3, pp 316-329, 1998.

[13] Bland, Robert G. (1977). "New Finite Pivoting Rules for the Simplex Method". Mathematics of Operations Research. 2 (2) : 103–107.

[14] Chan Yew Chéong, Peter, « La planification du personnel : acteurs, actions et termes multiples pour une planification opérationnelle des personnes » , Thèse de doctorat, Institute IMAG, Université Joseph Fourier-Grenoble, 1 octobre 2002.

[15] C. T Koopman,Optimum utilization of transportation System. Proc. Intern. Statics. Conf. Washington D.C., (1947).

[16] Clausen, Jens (1999). Branch and Bound Algorithms— Principles and Examples . University of Copenhagen.

[17] C h e n, D., R. G. B a t s o n, Y. D a n g. Applied Integer Programming : Modeling and Solution. John Wiley & Sons, 2010.

[18] E. Zitzler and L. Thiele, « An evolutionary algorithm for multiobjective optimization : the Strenght Pareto Approach » , Technical Report, Swiss Federal Institute of technology (Zurich), 1998.

[19] Feigenbaum et Feldman, 1963a E. A. Feigenbaum, j. Feldman, (Edirors). Computers and thought. McGraw-Hill Inc. pp.6. New York, 1963.

[20] Feigenbaum et Feldman, 1963b E. A. Feigenbaum and J. Feldman. (Edirors). Computers and thought. McGraw-Hill Inc. pp.192. New York, 1963.

[21] Fukuda, Komei ; Terlaky, Tamás (1997). Thomas M. Liebling and Dominique de-Werra, eds. "Criss-cross methods : A fresh view on pivot algorithms". Mathematical Programming :Series B. Amsterdam : North-Holland Publishing Co. 79 (1— 3) : 369–395.

[22] Glover et Laguna, 1997 F. Glover and M. Laguna. Tabu Search. Kluwer Academic Publishers, Boston.1997.

[23] Garey et Johnson, 1979 R. M. Garey et D. S. Johnson. Computers and Intractability. A guide to the Theory of NP-Completness. W.H.Freeman and CO, San Francisco. 1979.

[24] Ghallab, Malik ; Nau, Dana S. ; Traverso, Paolo (2004), Automated Planning : Theory and Practice, Morgan Kaufmann, ISBN 1-55860-856-7.

[25] Gerard Sierksma (2001). Linear and Integer Programming : Theory and Practice, Second Edition. CRC Press. p. 1. ISBN 978-0-8247-0673-9.

[26] G.B Dantzig : Maximization of a linear function of variables subject to linear inequalities, 1947. Published pp. 339–347 in T.C. Koopmans (ed.) :Activity Analysis of Production and Allocation, New York-London 1951 (Wiley & Chapman-Hall).

[27] Gurari, Eitan (1999). "CIS 680 : DATA STRUCTURES : Chapter 19 : Backtracking Algorithms". Archived from the original on 17 March 2007.

[28] Hitchcock, F. L .The distribution of product from sever-al source to numerous localities. J. Maths. Phy. , vol 20,(1941), pp 224-230

[29] Hansen, Vagn Lundsgaard (2006), Functional Analysis : Entering Hilbert Space, World Scientific Publishing, ISBN 981-256-563-9.

[30] Jacques Roy . un model de plani. . . cation globale pour le transport routier des marchandises 1984.thése de doctorat ECOLE DES HAUTES ETUDES COMMERCIALES a¢ liée à l'Université de Montréal.

[31] J.-C. Culioli.Introduction à l'optimisation.Ellipses Marketing, 1994.

[32] Optimization Methods. Department of Mechanical Engineering. India Institute of Technology Madras. Retrieved from https ://towardsdatascience.com/types-of-optimization-algorithms-used-in-neural-networks-and-ways-to-optimize-gradient-95ae5d39529f.

[33] Johnson, 1954 S. M. Johnson. Optimal two-and three-stage production schedules with setup time included. Naval Research Logistic Quarterly. Vol. 1, pp. 61-81, 1954.

[34] Kallman, E.A., Gupta, R.C. "Top Management Commitment to Strategic Planning :an Empirical Study", Managerial Planning, May/June 1979, pp. 34-38.

[35] Karl-Heinz Borgwardt, The Simplex Algorithm : A Probabilistic Analysis, Algorithms and Combinatorics, Volume 1, Springer-Verlag, 1987.

[36] Krasimira Genova, Vassil Guliashki. cybernetics and information technologies Volume 11, No 1.Sofia 2011.

[37] Klee, Victor ; Minty, George J. (1972). "How good is the simplex algorithm ?". In Shisha, Oved. Inequalities III (Proceedings of the Third Symposium on Inequalities held at the University of California, Los Angeles, Calif., September 1–9, 1969, dedicated to the memory of Theodore S. Motzkin). New York-London : Academic Press. pp.159–175.MR 0332165

[38] Little, John D. C. ; Murty, Katta G. ; Sweeney, Dura W. ; Karel, Caroline (1963). "An algorithm for the traveling salesman problem. Operations Research. 11 (6) : 972–989.

[39] M. Padberg, Linear Optimization and Extensions, Second Edition, Springer-Verlag, 1999. (carefully written account of primal and dual simplex algorithms and projective algorithms, with an introduction to integer linear programming – featuring the traveling salesman problem for Odysseus.).

[40] Murty, Katta G. (1983). Linear programming. New York : John Wiley & Sons, Inc. pp.xix+482. ISBN 0-471-09725-X. MR 0720547.

[41] Michel Bierlaire, Optimisation en nombres entiers, https ://docplayer.fr/9317992-Optimisation-ennombres-entiers.html

[42] Mamadu Balde, Nouvelle methode de resolution des problemes lineaires a variable bornee par decomposition, (2003-2004), https ://fr.scribd.com/document/253783140/THS-7025-pdf.

[43] Michael J. Todd (February 2002). "The many facets of linear programming". Mathematical Programming. 91 (3) : 417–436.

[44] M. Jünger, T. M. Liebling, D.Naddef, G. L Nemhauser, W. L. Pulleyblank, G. Reinelt, G. Rinaldi, L. A. Wolsey (Eds.). 50 Years of Integer Programming 1958-2008 : From the Early Years to the State-of-the-Art, Springer, 2009.

[45] [McTague, C. & Jakubowski, S. Marching to the beat of a silent drum : Wasted consensus-building and failed neighborhood participatory planning. Applied Geography 44, 182–191 (2013)].

[46] Newella, 1980 Newella. The heuristic of George Polya and its relation to artificial intelligence. A paper given at The International Symposium on the Methods of Heuristic. University of Bern, Switzerland, Sept. 15-18, pp.16. (Published in Groner et al. (1983), pp. 195-244. 1980

[47] osman et Laporte ,1996 I.H .Osman,G Laporte .Metaheuristics : A bibliography.Ann.Oper. Res. Vol. 63, N 5, pp. 513-623, 1996.

[48] Papadimitriou et Steiglitz, 1982 C.H. Papadimitriou, K. Steiglitz, Combinatorial optimization - algorithms and complexity. Prentice Hall, 1982

[49] Pearl, 1984 J. Pearl. Heuristics : intelligent search strategies for computer problem solving. pp. 3. Addison-Wesley Publ. Co, London, 1984.

[50] T.C.Optimum utilization of transportation System. Proc. Intern. Statics. Conf. Washington D.C.,(1947).

[51] Roy, J., Ravacley, M. "A Customer Selectivity Approach to Operations at CN Express", INFOR, vol.20, no 1, février 1982, pp.28-39.

[52] Remy-Robert, Alexandre Joseph, « Systèmes interactifs d'aide à lélaboration de plannings de travail de personnel » , Thèse de doctorat, Laboratoire TIMC, Institut IMAG , Université Josep Fourier-Grenoble, 07 novembre 2003.

[53] Ribeiro et Maculan, 1994 C.C. Ribeiro, N. Maculan (Eds.). Applications of combinatorial optimization. Annals of Operations Research. Vol. 50, 1994.

[54] Reminiscences about the origins of linear programming". Operations Research Letter. 1 (2) : 43–48. April 1982.

[55] Reminiscences about the origins of linear programming". Operations Research Letter. April 1982.

[56] Solso, 1979 R. L. Solso. Cognitive psychology. Harcourt Brace Jovanovich, Inc., New York. pp. 436, 1979.

[57] Slagle, 1971 J. R. Slagle. Artificial intelligence : The heuristic programming approach. McGraw-Hill. pp. 3. New York, 1971

[58] Sonia, Puri, M.C. "Two level hierarchical time minimiz-ing transportation problem", Top, Vol. 12, No.2, (2004), pp301-330.

[59] Strang, Gilbert (1 June 1987). "Karmarkar's algorithm and its place in applied mathematics". The Mathematical Intelligencer. New York : Springer. 9 (2) : 4–10

[60] Stone, Richard E. ; Tovey, Craig A. (1991). "The simplex and projective scaling algorithms as iteratively reweighted least squares methods". SIAM Review. 33 (2) : 220–237.

[61] Troudi Fatiha Résolution du problème de l'emploi du temps : Proposition d'un algorithme évolutionnaire multi objectif Mémoire de Magister en Informatique Université Mentouri Constantine 2005/2006.

[62] T.C.Optimum utilization of transportation System. Proc. Intern. Statics. Conf. Washington D.C.,(1947).

[63] Wi l l i ams, H. P. Logic and Integer Programming. In : International Series in Operations Research & Management Science. Springer, 2009

[64] .What Should Be Included in a Project Plan". www.pmhut.com. Retrieved December 18, 2009.

[65] Zitouni, R., 2007. A note on the algorithm of resolution of a capacitated transportation problem with four subscripts. Far East Journal of Mathematical Sciences,Vol 26(3), p. 769-778.

[66] Zitouni, R., 1994. Le problème de transport à quatre indices à capacités. Thèse Magistère : Mathématiqued'application, Université D'Oran-Es-Senia, Algérie.

[67] Zabihzadeh.S., Javad Rezaeian ,Two meta-heuristic algorithms for flexible flow shop scheduling problem with robotic transportation and release time Seyedeh Applied Soft Computing 40 (2016) 319.330.

[68] Zhang, Y., "Solving Large-Scale Linear Programs by Interior-Point Meth- ods Under the MATLAB Environment," Technical Report TR96-01, De- partment of Mathematics and Statistics,University of Maryland, Baltimore County, Baltimore, MD, July 1995

[69] Zangibadi, M and Maleki, H. R. “Fuzzy goal programming for multi-objective transportation problem”, Applied Mathematics and Computation, Vol. 24, (2007), pp 449-460.

Annexe : Abréviations et Notations

Les différentes abréviations et notations utilisées tout au long de ce mémoire sont expliquées ci-dessous.

PL programmation linéaire

NP Non-deterministic Polynomial time

IPB programmation linéaire binaire

PLE programmation linéaire en nombre entier

TP5I problème de transport à 5 indices

TP5IFC problème de transport à 5 indice à cout fixe

PLVB problèmes linéaires à variables bornés

TRM transport routier de marchandises

LPP Programmation linéaire :première et deuxième phase

MILP problèmes de programmation linéaire mixte

PSB Problème associé Sans Bornes

B&C Branch and Cut

B&C&P Branch and Cut and Price